

Инженерная графика

Курс лекций

Ижевск 2013

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»
Институт гражданской защиты
Кафедра общетехнических дисциплин

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Курс лекций



Ижевск

УДК 744: 62(075.8)

ББК 30.11я 73

И622

Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом УдГУ

Рецензент д.т.н., доцент кафедры дизайна промышленных изделий ИИиД
ФГБОУ ВПО УдГУ К.С. Ившин

Составитель Волжанова О.А.

И 622

Инженерная графика. Курс лекций: учебное пособие/Составитель О.А.Волжанова,
Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2013. - 121с.

В учебном пособии рассматривается теоретический материал по инженерной графике предназначенный для бакалавров и магистров инженерных направлений УдГУ. Отобраны и кратко изложены основные и необходимые сведения для чтения и выполнения чертежей при обучении по этим направлениям.

Данный материал будет полезным студентам, осваивающим дисциплины «Механика», «Детали машин», «Метрология» на старших курсах, а также при выполнении курсовых работ, выпускной квалификационной работы.

УДК 744:62 (075.8)

ББК 30.11я73

©Сост. О.А. Волжанова, 2013.

© ФГБОУ ВПО «Удмуртский
государственный университет»,
2013

Содержание

Предисловие.....	4
Введение.....	6
Лекция 1. Назначение и общие требования к чертежам деталей машин...	7
Лекция 2. Шрифты чертежные. Линии чертежа.....	13
Лекция 3. Нанесение размеров на чертежах.....	19
Лекция 4. Размеры и их предельные отклонения.....	35
Лекция 5. Виды и их расположение на чертежах.....	46
Лекция 6. Разрезы.....	51
Лекция 7. Сечения.....	63
Лекция 8. Изображение резьбы на чертежах.....	73
Лекция 9. Резьбовые соединения деталей.....	82
Лекция 10. Эскизы и рабочие чертежи деталей.....	89
Лекция 11. Обозначение допусков форм и расположения поверхностей..	96
Лекция 12. Шероховатость поверхности.....	105
Список рекомендуемой литературы.....	120

Предисловие

Подготовка бакалавров и магистров любого инженерного профиля предусматривает изучение дисциплины "Инженерная и компьютерная графика". Данное учебное пособие предназначено для студентов инженерных направлений УдГУ. Важной составляющей профессиональной компетентности инженера является умение воспринимать, понимать, читать графические документы разного назначения.

Необходимость создания данного учебного пособия вызвана большими трудностями, связанными с тем, что в школах в настоящее время не ведется предмет черчение и студенты совершенно не подготовлены к пространственному восприятию предметов, объектов, форм. Кроме того, студенты первого курса обладают слабыми графическими навыками.

В данном учебном пособии дан курс лекций, где отобраны и изложены основные положения по инженерной графике, необходимые для чтения и выполнения технических чертежей для всех инженерных направлений УдГУ. Использование специфики такой конструкторской документации требуется при проектировании машин и механизмов, при проектировании и ремонте объектов различного назначения. Компьютерная графика является элементарным введением в компьютерную инженерную графику.

Учебное пособие направлено на формирование у учащихся, обучающихся по инженерным направлениям таких компетенций как:

- владеть культурой мышления, способностью к общению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
- способность организовать свою работу ради достижения поставленных целей; готовность к использованию инновационных идей (ОК-6);
- стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, приобретать новые знания в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук (ОК-7);
- способность работать самостоятельно (ОК-8);
- способность к познавательной деятельности (ОК-10);
- способность разрабатывать и использовать графическую документацию (ПК-2);

- способность принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива (ПК-3).
- обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять поиск и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности (ПК-6);
- готовить презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях (ПК-7).
- уметь работать с научно-технической информацией, уметь использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности, систематизировать и обобщать информацию по использованию ресурсов производства (ПК-6);
- участвовать в разработке технологических проектов в составе авторского коллектива (ПК-10);
- использовать современные системы автоматизированного проектирования (ПК-11);

В учебном пособии представлены основные положения по инженерной графике, даны основные определения, терминология необходимые при чтении и выполнении чертежей. Системно изложен подход к изучению темы. Материал дан последовательно, в соответствии с Государственными стандартами ЕСКД.

Использование данного пособия помогает студентам в приобретении навыков по выполнению графических работ и умение ориентироваться в учебниках и другой научной литературе, которые написаны сложным языком и не всегда понятны.

В работе над учебным пособием принимала участие студентка первого курса ФМБТ Хузина Ольга. Благодарим ее за участие в редактировании данного учебно-методического пособия.

Введение

Инженерная графика – первая ступень обучения студентов, на которой изучаются основные правила выполнения и оформления конструкторской документации. Полное овладение чертежом, как средством выражения технической мысли, и производственными документами, а также приобретение устойчивых навыков в черчении достигается в результате усвоения всего комплекса технических и специальных дисциплин.

Основная цель инженерной графики – выработка знаний и навыков, необходимых студентам для выполнения и чтения технических чертежей, составления конструкторской и технической документации.

Изучение курса инженерная графика основывается на теоретических положениях курса начертательной геометрии, нормативных документах, государственных стандартах и ЕСКД

В результате изучения курса инженерной графики студент должен овладеть знаниями построения чертежа, уметь читать и составлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов, уметь на практике применять полученные знания и навыки.

Знания, умения и навыки, приобретенные в курсе инженерной графики необходимы для изучения общеинженерных и специальных технических дисциплин, а также в последующей инженерной деятельности. Умение пространственно мыслить, мысленно представлять форму предметов и их взаимное положение в пространстве особенно важно для эффективного использования современных технических средств на базе вычислительной техники при машинном проектировании технических устройств и технологии их изготовлении.

Лекция 1

Назначение и общие требования к чертежам деталей.

1. Общие положения.

Все работы в современном производстве выполняются по чертежам. Чертеж нужен для изготовления деталей, сборки и установки машин, для ремонта и контроля изделий и их составных частей. В зависимости от назначения и содержания различают:

- **проектные чертежи**, которые определяют основное конструктивное устройство и принцип работы изделия;
- **рабочие чертежи**, предназначенные для непосредственного применения на производстве. Рабочие чертежи разрабатываются на основе проектных чертежей.

Рабочим чертежом детали называется документ, содержащий изображение детали и данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Рабочий чертеж детали — основной технический документ производства изделия, т. е. документ, с которым наиболее часто встречается рабочий в производственных условиях. По чертежу рабочий узнает о форме детали, которую ему предстоит изготовить, размерах, точности обработки, о материале, из какого она должна быть сделана, и требованиях к качеству ее поверхностей.

Чертеж детали выполняют либо в процессе проектирования на основе сборочного чертежа, либо по эскизу, снятому с натуры.

Эскиз — это чертеж временного характера, выполненный обычно без применения чертежных инструментов. Он служит, как правило, основанием для выполнения чертежей деталей. Поэтому эскиз содержит все необходимые данные для изготовления изображенного на нем предмета. Отличается эскиз от чертежа детали только тем, что он исполнен от руки, без соблюдения точного масштаба, а пропорциональность частей детали установлена на глаз.

Основные требования к рабочим чертежам деталей

1. Чертежи должны быть выполнены в соответствии с правилами, установленными государственными стандартами. Основные требования к чертежам устанавливает ГОСТ 2.109—73.
2. Все чертежи должны быть выполнены на отдельном листе бумаги формата, установленного ГОСТ 2.301—68, с основной надписью по ГОСТ 2.104—68.
3. Каждый чертеж должен иметь буквенно-цифровое обозначение по ГОСТ 2.201—80.
4. Чертеж должен быть оформлен с соблюдением требований стандартов, определяющих масштабы по ГОСТ 2.302—68, линии чертежа по ГОСТ 2.303—68 и шрифты по ГОСТ 2.304—81.

Все надписи на чертеже должны быть по возможности краткими и соответствовать принятой терминологии. В основной надписи чертежа наименование детали записывается в именительном падеже единственного числа, например: «Втулка», «Корпус». Если наименование состоит из нескольких слов, то на первое место помещается имя существительное, например: «Призма установочная», «Крышка смотровая», «Колесо зубчатое».

Структура и содержание рабочего чертежа

Рабочий чертеж детали должен содержать:

- оптимальное количество изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов), полностью раскрывающих форму детали;
- необходимые размеры с их предельными отклонениями;
- требования к шероховатости поверхностей детали;
- обозначения предельных отклонений формы и расположения поверхностей детали;
- основные сведения о материале детали и его состоянии;
- отдельно выделяемые технические требования и др.

Рабочий чертеж детали кроме графической части (изображения, размеры, условные знаки) может содержать:

- текстовую часть, состоящую из технических требований;
- надписи с обозначением изображений;
- таблицы с размерами и другими параметрами, техническими требованиями, условными обозначениями и т. д.

В общем виде структура рабочего чертежа детали показана на рисунке 1; а — компоновка чертежа на любом формате, кроме А4; б — на формате А4.

Необходимые изображения и размеры определяют форму детали. Правила выполнения изображений и нанесения размеров определяются стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

На чертеже деталь

изображается с теми размерами, знаками шероховатости поверхности, указаниями

о термообработке и покрытии, которые она должна иметь при поступлении на сборку.



а



Рисунок 1 - Структура рабочего чертежа детали

Размеры, определяющие форму и положение всех рабочих сопряженных и присоединительных поверхностей детали, наносятся с предельными отклонениями, зависящими от служебной функции каждой поверхности.

Особые требования к точности формы детали и качеству ее поверхностей указывают на рабочих чертежах в виде допусков формы и расположения поверхностей и обозначений их шероховатости. Допуски формы и расположения поверхностей обозначаются на чертежах в соответствии с требованиями ГОСТ 2.308—79. Требования к шероховатости поверхностей указываются согласно положениям ГОСТ 2.309-73.

Материал, из которого изготовлена деталь, на чертеже графически обозначается на всех сечениях детали. Графические обозначения материалов и правила нанесения на чертежах определяются требованиями ГОСТ 2.306—68.

Наименование материала, его марка, сорт и другие сведения указываются в основной надписи. Требования, предъявляемые к материалу и его качеству, указываются в технических требованиях.

2. Форматы чертежей и оформление чертежных листов

Размеры чертежных листов выбирают в зависимости от габаритных размеров чертежа, но не произвольно. Форматы листов определяются размерами внешней рамки чертежа, выполненной тонкой линией.

ГОСТ 2.301-68 (СТ СЭВ 1181-78) устанавливает пять основных форматов листов чертежей и других конструкторских документов: А0, А1, А2, А3, А4. Площадь формата А0 (841 x 1189) равна одному квадратному метру, таблица 1.

Таблица 1

Форматы.

Обозначение формата	Размеры сторон формата,мм
А0	841x1189
А1	594x841
А2	420x594
А3	297x420
А4	210x297

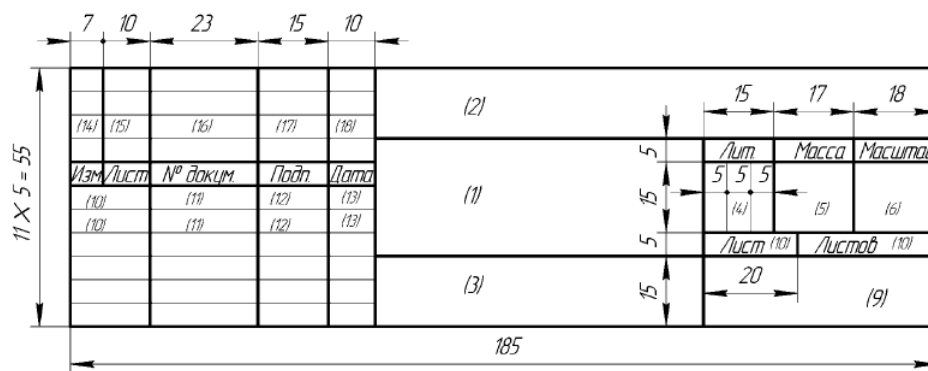
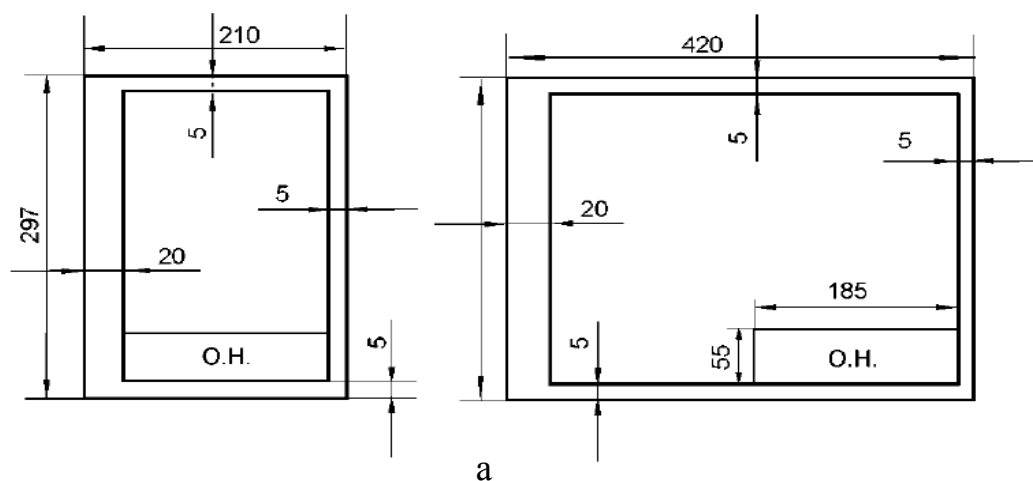


Рисунок 2 - Оформление формата:
а – разметка рабочего поля чертежа;
б – выполнение основной надписи.

						11.01.05.		
					Линии	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		у		1:1
Чертил	Иванов							
Проб	Петров					Лист	Листов	
						ИГТА, каф.НГ и Ч		
						группа 1т6а		

Рисунок 3 - Оформление основной надписи

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

Для того чтобы изготовить детали и собрать из них изделие, необходимо тщательно разработать конструкторскую документацию. Конструкторская документация должна однозначно определять, что должно быть изготовлено: наименование изделия, величина, форма, внешний вид, материалы, способы изготовления, физические свойства после изготовления и др. Конструкторская документация должна обеспечить идентичность одноименных изделий при их изготовлении и в случае необходимости их взаимозаменяемость.

Чертежи, схемы и другие конструкторские документы выполняют по единым правилам и нормам, установленным государственными стандартами — ГОСТами. Государственные стандарты сведены в единую систему конструкторской документации (ЕСКД).

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) — комплекс государственных стандартов, устанавливающий взаимосвязанные правила и положения по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями, предприятиями и учебными заведениями нашей страны. ЕСКД учитывает рекомендации Международной организации по стандартизации (ИСО), постоянной комиссии по стандартизации и Международной электротехнической комиссии (МЭК).

3. Масштабы

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к его действительным размерам.

Предпочтительно выполнять чертежи так, чтобы размеры изображения и самого предмета были равны, т. е. выполнялись в масштабе 1:1. Однако в зависимости от величины и сложности предмета, а также от вида чертежа часто приходится размеры изображения увеличивать или уменьшать по сравнению с истинными. В этих случаях прибегают к построению изображения в масштабе.

В соответствии с действующим ГОСТ 2.302—68 (СТ СЭВ 1180—78) «Масштабы» устанавливаются следующие масштабы:

- натуральная величина — 1:1;
- масштабы уменьшения — 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000;
- масштабы увеличения — 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

При проектировании генеральных планов крупных объектов допускается применение масштабов 1:2000; 1:5000; 1:10 000; 1:20 000; 1:25 000; 1:50 000.

В случаях необходимости допускается применение масштабов увеличения (100*n*): 1, где *n* — целое число.

Масштаб в соответствующей графе основной надписи и в других случаях обозначается по типу: 1:1; 1:2; 5:1 и т.д.

Если отдельное изображение выполнено в масштабе, отличном от масштаба всего чертежа, то рядом с надписью, относящейся к данному изображению, указывают масштаб в круглых скобках, например, $A (2:1)$; $A—A (1:2)$ и т. п.

Лекция 2.

Шрифты чертежные. Линии чертежа.

1. Шрифты чертежные

Все надписи на чертежах следует выполнять шрифтами, установленными ГОСТ 2.304—81 (СТ СЭВ 851—78 -СТ СЭВ 855—78) «Шрифты чертежные».

Шрифты различают по размерам и типам.

Размер шрифта определяется высотой прописных (заглавных) букв в миллиметрах, измеряемой перпендикулярно к основанию строки. Установлены следующие размеры шрифта: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Применение шрифта размером 1,8 не рекомендуется.

Стандартом установлены два *типа шрифта*: А и Б. *Тип шрифта* определяется толщиной d линии букв: для типа А $d = (1/14)h$, для типа Б $d = (1/10)h$. Шрифты могут быть выполнены без наклона или с наклоном около 75° к основанию строки.

Толщина линии шрифта d определяется в зависимости от типа и высоты шрифта.

Ширина g буквы определяется по отношению к размеру шрифта, например, $g = (6/10)h$, или по отношению к толщине линии шрифта d , например, $g = 6d$. Шрифты в ГОСТ 2.304—81 выполнены на вспомогательной сетке, образованной вспомогательными линиями, в которую вписываются буквы. Это удобно и позволяет точно воспринимать конструкцию букв и цифр, соотношение отдельных элементов. Шаг вспомогательных линий сетки определяется в зависимости от толщины линий шрифта d . Построение шрифта на вспомогательной сетке показано на рисунке 4.

Параметры наиболее употребляемых шрифтов (до размера 20) приведены в таблице 2.

При написании слов расстояние между буквами, соседние линии которых не параллельны между собой (например, $АБ$, $КЛ$), может быть уменьшено вдвое, т. е. до толщины d линии шрифта.

Отклонения размеров букв и цифр от стандартных могут составлять $\pm 0,5$ мм.

Для всего текста толщина линий букв и цифр должна быть одинаковой.

Правильное и быстрое написание стандартного шрифта от руки требует определенного навыка, приобретаемого в процессе упражнений. На первых порах буквы и цифры следует писать на вспомогательной сетке, как это показано на рис. 4. Прежде чем приступить к упражнениям в написании букв и цифр, следует изучить их конструкцию. Знание конструкции каждой буквы и

цифры в значительной степени облегчает правильное их написание. За основу следует взять принцип размещения составляющих букв относительно образующих сетки, в которую вписывается буква или цифра.

Первая группа букв: Г, Е, Н, П, Т, Ц, Ш, Щ — состоит из горизонтальных и вертикальных или наклонных под углом 75° прямолинейных элементов. Конструкция букв Г, П, Т, Ш требует пояснения. Средний горизонтальный элемент букв Н и Е проводится на высоте $(8/14)h$ или $(6/10)h$, т. е. выше середины буквы. Нижние боковые отростки букв Ц и Щ выведены вправо на величину d и вниз на величину $2d$, т. е. выполняются за счет расстояний между буквами и строками.

Вторая группа букв: А, И, Й, К, М, Х, Ж — состоит из прямолинейных элементов, наклоненных к горизонтальному направлению под различными углами. Написание этих букв можно установить по рис. 4. Средние элементы буквы М пересекаются в точке, делящей ширину буквы пополам.

Третья группа букв: Б, В, Д, Л, Р, У, Ъ, Ы, Ь, Я — образована горизонтальными, вертикальными, наклонными и криволинейными элементами.

Средний элемент букв Б, В, Ъ, Ы, Ь проводится на высоте $(8/14)h$ или $(6/10)h$ в зависимости от типа шрифта. Наклонный элемент буквы Я располагается по диагонали параллелограмма.

Четвертая группа букв: О, С, З, Ф, Э, Ю — образована криволинейными элементами. Средний элемент букв Э и Ю проводится на высоте $(8/14)h$ или $(6/10)h$.

Верхний и нижний горизонтальный элемент буквы Ф расположен на разных расстояниях от верхней и нижней стороны габаритной клетки: снизу на $(2/10)h$ или $(3/14)h$ — в зависимости от типа шрифта. Очертание верхней половины буквы З почти касается левой стороны габаритной клетки. Букву З рекомендуется выполнять как часть цифры 8, выполняя только правую половину знака, продлив верхнюю и нижнюю часть знака в сторону недостроенной части на величину $(2/14)h$ или $(1/10)h$.

У цифры 4 горизонтальный элемент проводится на высоте $(4/14)h$ или $(3/10)h$ для шрифта А и Б соответственно.

Таблица 2

Параметры чертежных шрифтов.

Параметры	Обозначение параметров	Относительный размер	Размеры шрифта, мм				
			3,5	5	7	10	14
Высота букв: прописных строчных без отростков строчных с отростками	h		3,5	5	7	10	14
	c	$0,7h$	2,5	3,5	5	7	10
	k	h	3,5	5	7	10	14
Ширина прописных букв: узких (Г, Е, З, С) средних (Б, В, И, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ч, Э, Ъ, Я) широких (А, Д, М, Х, Ц, Ы, Ю) особо широких (Ж, Ф, Ш, Ь) сверхширокой (Щ)	g	$0,5h$	1,8	2,5	3,5	5	7
		$0,6h$	2,1	3	4	6	8
		$0,7h$	2,5	3,5	5	7	10
		$0,8h$	2,8	4	6	8	9
		$0,9h$	3,1	4,5	6,3	9	12,6
Ширина строчных букв: узких (с) средних (б, в, г, д, е, з, к, и, й, л, н, о, п, р, у, х, ч, ь, э, я) широких (а, м, ц, ы, ю, ъ) особо широких (ж, ф, т, ш) сверхширокой (щ)	g	$0,4h$	1,2	2	3	4	6
		$0,5h$	1,5	2,5	3,5	5	7
		$0,6h$	1,8	3	4	6	8
		$0,7h$	2	3,5	3,5	7	10
		$0,8h$	2,8	4	5,6	8	11,2
Толщина линий шрифта	d	$0,1h$	0,35	0,5	0,7	1	1,4
Расстояние между буквами	a	$0,2h$	0,7	1	1,4	2	2,8

Линии чертежа

ГОСТ 2.303-68 (СТ СЭВ 1178-78) «Линии» устанавливает следующие типы линий, применяемые на чертежах:

- *сплошная толстая — основная;*
- *сплошная тонкая;*
- *сплошная волнистая;*
- *штриховая;*
- *штрихпунктирная тонкая;*
- *штрихпунктирная утолщенная;*
- *разомкнутая;*
- *сплошная тонкая с изломами;*
- *штрихпунктирная с двумя точками тонкая.*

Толщины всех типов линий зависят от принятой начертание толщины линии видимого контура, обозначаемой буквой *s*. Линии видимого контура в зависимости от величины и сложности чертежа, а также назначения и

формата чертежа могут выбираться в пределах от 0,5 до 1,4 мм

Выбранные толщины линий должны быть одинаковыми для всех изображений на данном чертеже, выполненных в одном и том же масштабе.

Линии чертежа, их начертание, соотношение толщин и назначение приведены в табл. 2.

В сложных разрезах и сечениях допускается концы разомкнутой линии соединять тонкой штрихпунктирной линией.

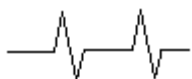
Длину штрихов штриховых линий следует выбирать в пределах 2—8 мм в зависимости от размеров изображения, а расстояние между штрихами — 1—2 мм. *Штрихи линий на данном чертеже должны быть одинаковой длины.*

Длину штрихов штрихпунктирных тонких и штрихпунктирных с двумя точками тонких линий выбирают в пределах 5—30 мм, а штрихпунктирных утолщенных — 3—8 мм в зависимости от размеров изображения. Расстояние между штрихами штрихпунктирных тонких линий должно быть 3—5 мм, штрихпунктирных с двумя точками тонких — 4—6 мм, а штрихпунктирных утолщенных — 3—4 мм.

Штрихи штрихпунктирной линии должны быть одинаковой длины. Одинаковыми оставляют и промежутки между штрихами. *Штрихпунктирные линии заканчивают штрихами. Центр окружности во всех случаях определяется пересечением штрихов.* Если диаметр окружности меньше 12 мм, то штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями.

Длину концов разомкнутых линий берут в пределах 8—20 мм в зависимости от размеров изображения.

Наименование и начертание линии	Толщина линии по отношению к толщине сплошной основной линии	Основное назначение
<p>1 Сплошная основная</p> 	S	<p>Линии видимого контура. Линии перехода видимые. Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)</p>
<p>2 Сплошная тонкая</p> 	<p>SS</p>  <p>2 3</p>	<p>Линии контура наложенного сечения. Линии размерные и выносные. Линии штриховки. Линии-выноски. Полки линий-выносок и подчеркивание надписей. Линии для изображения пограничных деталей («обстановка»).</p>
<p>3 Сплошная волнистая</p> 	<p>SS</p>  <p>2 3</p>	<p>Линии обрыва. Линии разграничения вида и разреза</p>
<p>4 Штриховая</p> 	<p>SS</p>  <p>2 3</p>	<p>Линии невидимого контура. Линии перехода невидимые</p>
<p>5 Штрихпунктирная тонкая</p> 	<p>SS</p>  <p>2 3</p>	<p>Линии осевые и центровые. Линии сечений, являющиеся осями сечений. Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях</p>
<p>6 Штрихпунктирная</p>  <p>утолщенная</p>	<p>S2</p>  <p>2 3</p>	<p>Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»)</p>
<p>7 Разомкнутая</p> 	<p>S.... S</p> <p>2</p>	<p>Линии сечений</p>
<p>8 Сплошная тонкая с изломами</p>	<p>SS</p>  <p>2 3</p>	<p>Длинные линии обрыва</p>



Вопросы для самопроверки

1. Какие основные форматы чертежей установлены ГОСТ 2.301-68?
2. Что называется масштабом?
3. Какие масштабы установлены ГОСТ 2.302—68?
4. Какие размеры шрифта установлены ГОСТ 2.304—81? Чем определяется размер шрифта?
5. Какие линии на чертежах установлены ГОСТ 2.303— 68?
6. В каких пределах должна быть толщина сплошной толстой — основной линии?
7. Каково соотношение толщин линий?

Лекция 3.

Размеры на чертежах.

1. Размерные и выносные линии.

При указании размера прямолинейного отрезка размерную линию следует проводить параллельно этому отрезку. При указании длины дуги окружности размерную линию следует проводить концентрично дуге, рисунок 1. При указании размера угла, размерную линию следует проводить в виде дуги с центром в вершине этого угла, рисунок 2.

Стрелки, ограничивающие размерные линии, должны упираться острием в соответствующие линии контура, выносные, осевые и т. п., рисунок 3. При изображении с разрывом размерная линия должна быть проведена полностью, рисунок 3. Если вид или разрез симметричного изделия вычерчен только до оси симметрии или с обрывом, то размерная линия должна быть проведена несколько дальше оси линии обрыва, рисунок 4. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.

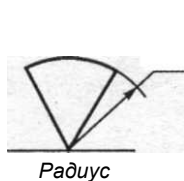


Рисунок 1-
Обозначение
размера угла

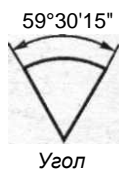


Рисунок 2-
Обозначение
размера угла

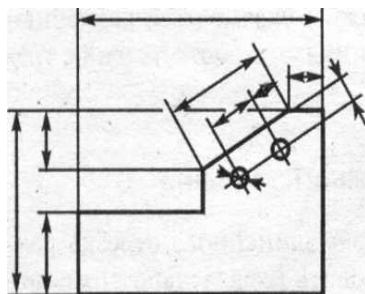


Рисунок 3 -
Обозначение
размерных линий



Рисунок 4 - Обозначение
размерных линий при
разрезе симметричного
изделия

Расстояние между параллельными размерными линиями, а также расстояния от размерных линий до параллельных им линий контура, центровых, осевых и выносных линий должны быть не менее 10 мм. При нескольких параллельных размерных линиях следует избегать взаимного пересечения выносных и размерных линий. Размерные линии не должны являться продолжением линии контура, осевой, центровой или выносной и по возможности не должны пересекать друг друга, рисунок 4.

Допускается размерную линию диаметра окружности проводить с обрывом, независимо от того, изображена ли окружность полностью или нет. Размеры, относящиеся к одному и тому же элементу (канавке, выступу и т. п.), рекомендуется концентрировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором этот элемент показан наиболее отчетливо. Линии контура, осевые, центровые и выносные линии не должны использоваться в качестве размерных линий.

При указании координат точек криволинейного контура допускается размерные линии проводить.

Величина стрелок должна выбираться в зависимости от толщины линий видимого контура и быть выдержана по возможности одинаковой по всему чертежу. В случае недостатка места для стрелки из-за близко расположенной контурной или выносной линии последняя может быть прервана. В случае недостатка места для стрелок на концах короткой размерной линии последняя удлиняется и стрелки наносятся. В случае недостатка места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, следует соответствующие стрелки заменить точками или засечками на выносных линиях, рисунок 5.

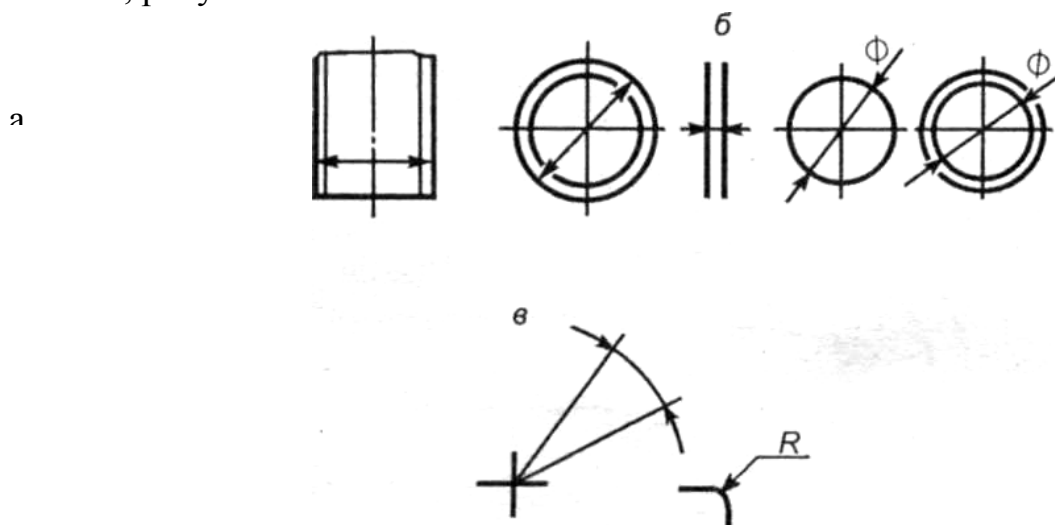


Рисунок 5 - Построение размерных линий

Выносные линии, а также осевые и центровые, используемые в качестве выносных для размеров, относящихся к прямолинейным участкам предмета, должны быть перпендикулярны размерным. Проведение выносных линий не под прямым углом к размерной показано на рисунке 6.

Выносные линии для угловых размеров проводятся радиально, для линейного размера дуги — параллельно одна другой. В случае, указанном на рисунке 7, выносная линия проводится от условной точки пересечения линий контура. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии приблизительно на 1—5 мм.

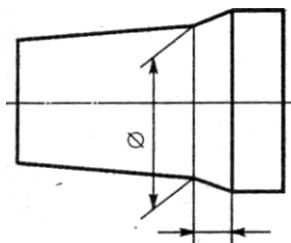


Рисунок 6 – Построение выносных линий

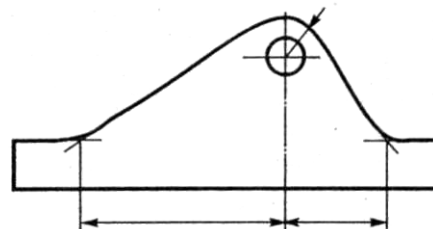


Рисунок 7 - Построение выносных линий

2. Нанесение размерных чисел.

Размерные числа следует наносить над размерной линией параллельно ей и возможно ближе к ее середине.

Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий должны располагаться так, как показано на рисунке 8, а угловых размеров — как показано на рисунке 9. При расположении линейных и угловых размеров с наклоном в пределах зон, выделенных штриховкой, рисунки 8 и 9, размерные числа рекомендуется наносить на полках, как показано на рисунке 9. В случае недостатка места между размерными стрелками для нанесения размерного числа его следует наносить, как указано на рисунке 10. При нескольких параллельных размерных линиях следует избегать расположения смежных

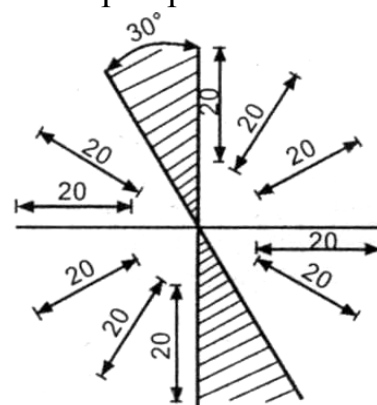


Рисунок 8 - Обозначение размерных чисел линейных размеров

размерных чисел одного под другим.

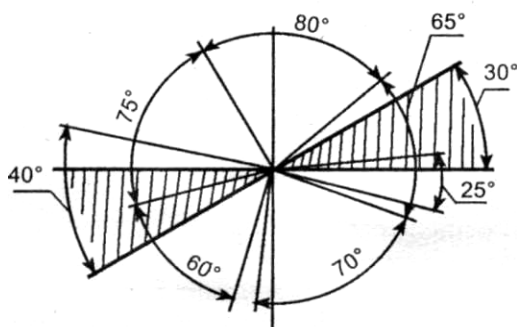


Рисунок 9 – Варианты
образования размерных чисел

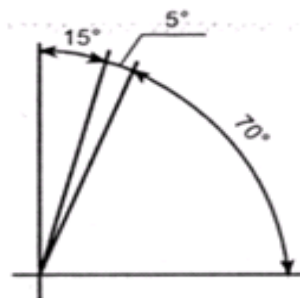
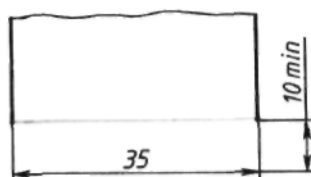


Рис. 10

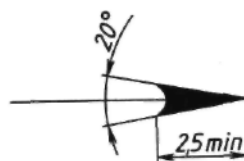
Рисунок 10 – Варианты
образования размерных чисел

3. Нанесение размеров отрезков прямых

При нанесении размеров формы, изображенной на чертеже отрезками прямых, предпочтительно проставлять размеры следующим образом. От концов отрезка проводят две параллельные между собой сплошные тонкие линии, которые называются *выносными илиниями*, рисунок 11, а. На расстоянии 10 мм от отрезка и параллельно ему проводят сплошную тонкую линию, называемую *размернойлинией*. Размерная линия своими концами упирается в выносные линии и заканчивается *стрелками*. Начертание стрелок показано на рисунке 11, б. Выносные линии выходят за размерные на 1-3 мм. Над размерной линией проставляют *размерноечисло*, которое всегда указывает истинный размер элемента формы (ребра, грани и т.д.).



а)



б)

Рисунок 11 - Нанесение размеров отрезков прямых. Изображение стрелки

В местах нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают, рисунок 12, а. Стрелки не должны пересекать линию видимого контура, рисунок 12, б.

Если для нанесения размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры проставляются так, как показано на рисунке 12, в.

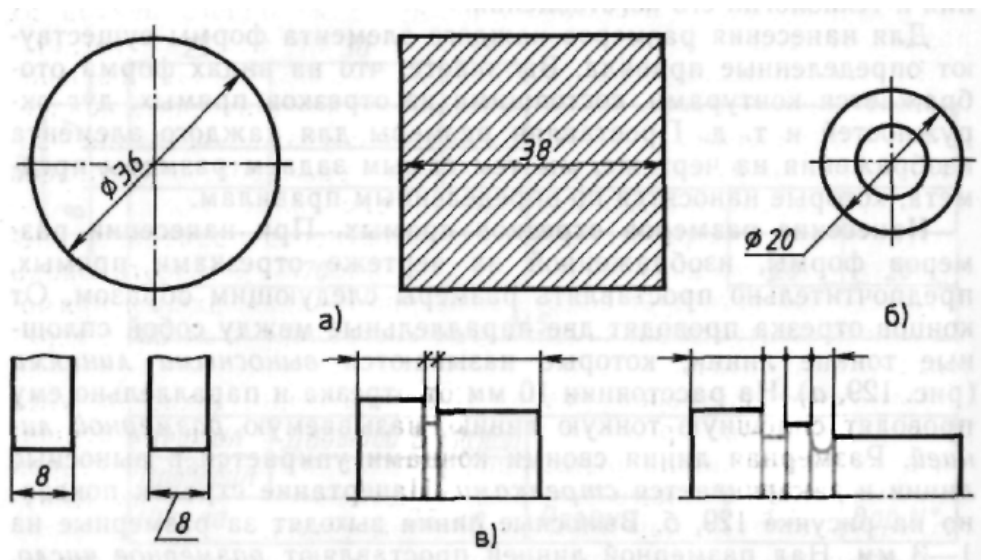


Рисунок 12 - Нанесение размерных чисел

4. Нанесение знаков и надписей

Для обозначения диаметра устанавливается знак \varnothing , который наносится перед размерным числом диаметра, рисунок 13.

Размеры квадрата, включая и квадратное отверстие, допускается указывать по типу 30x30, где 30 — номинальный размер стороны квадрата (или обозначать квадрат знаком \square , который проставляется перед размерным числом, стороны квадрата).

Перед размерным числом радиуса во всех случаях без исключения должна наноситься прописная буква R , рисунок 13.

Перед размерным числом, характеризующим конусность, следует наносить условный знак, вершина которого должна быть направлена в сторону вершины конуса, рисунок 14.

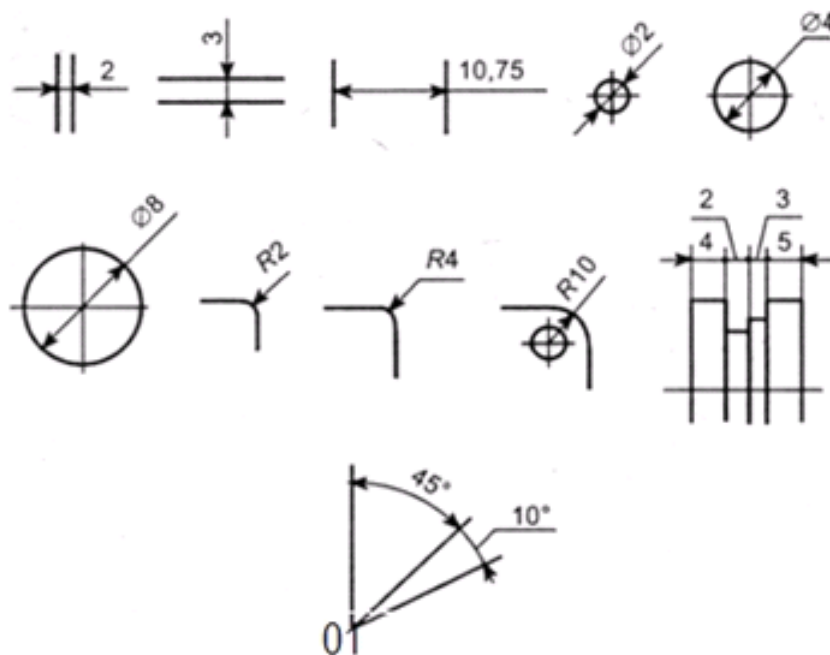


Рисунок 13 -Обозначение радиуса и диаметра окружности

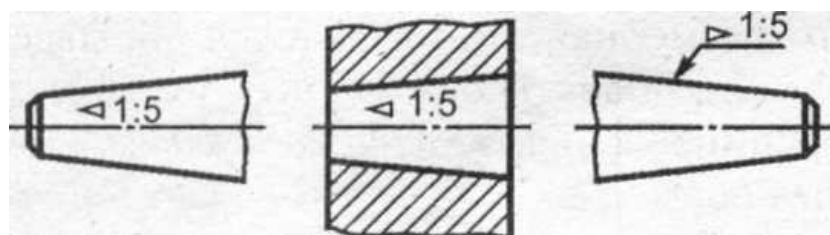


Рисунок 14 - Обозначение конусности на чертеже

Перед размерным числом уклона следует применять знак, вершина угла которого должна быть направлена в сторону уклона, рисунок 15. Угловой размер наносят, как показано на рисунке 16.

Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам — линейным и угловым размерами или двумя линейными размерами, рисунок 17

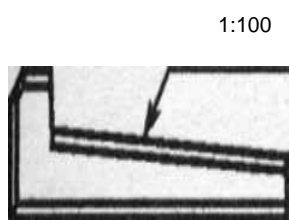


Рисунок 15 - Обозначение знака уклона вершины угла

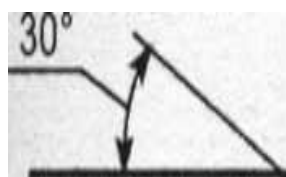


Рисунок 16 - Нанесение углового размера

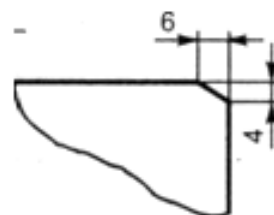


Рисунок 17 - Обозначение размеров фасок

5. Нанесение размеров дуг окружностей

Проставляя размеры формы дуг окружностей, используют следующие правила.

Размерную линию проводят concentрично дуге, выносные линии — параллельно биссектрисе угла, над размерным числом ставят $\widehat{}$. Размерное число показывает длину дуги, рисунок 18, а.

При нанесении радиуса дуги окружности допускается отмечать положение ее центра пересечением штрихов. Сплошной тонкой линией проводят прямую, соединяющую центр дуги с одной из ее точек. Эта линия будет являться размерной линией, которую заканчивают стрелкой, упирающейся в дугу. Размерное число, показывающее радиус дуги, проставляют над размерной линией, рисунок 18, б или на полке линии вынос, рисунок 18, в за знаком «R». Высоты знака радиуса и размерного числа должны быть одинаковыми

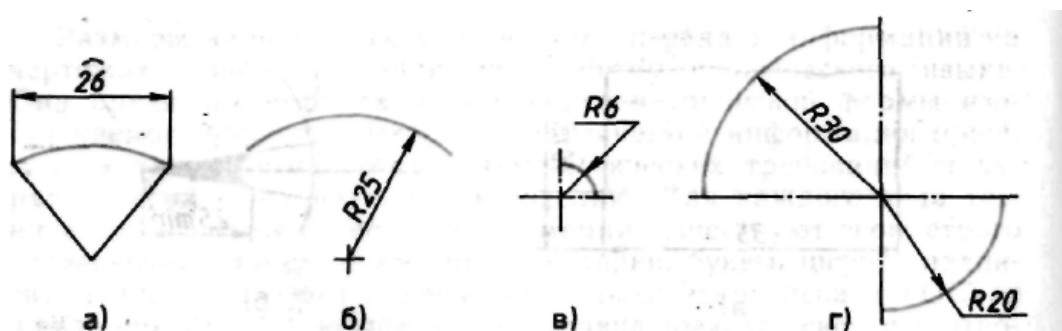


Рисунок 18 - Нанесение размеров дуги

При проведении нескольких радиусов из одного центра их размерные линии не располагают на одной прямой, рисунок 18, г.

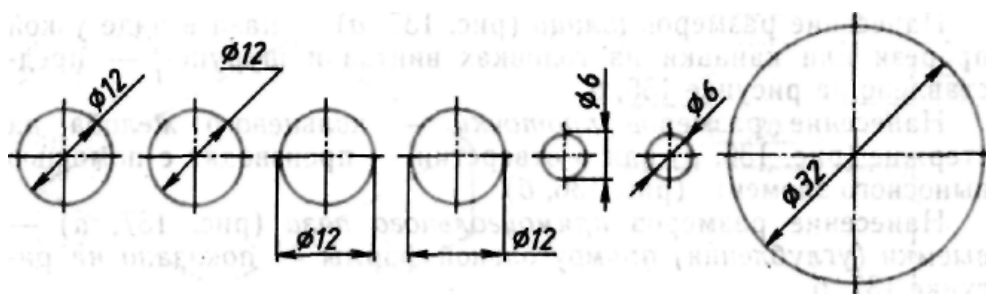


Рисунок 19 - Простановка малых и больших диаметров окружностей

6. Нанесение размеров окружностей

ГОСТ допускает большое разнообразие в простановке размеров цилиндрических, конических и сферических поверхностей в тех случаях, когда они изображаются окружностями. Нанесение размеров обусловлено диаметром изображаемой окружности, рисунок 19.

При нанесении размеров окружностей перед размерным числом ставят знак диаметра — \varnothing , рисунок 19. Высота знака диаметра соответствует высоте размерного числа, наклон прямолинейного элемента знака диаметра составляет угол 60° с горизонтальной прямой.

7. Нанесение размеров углов

При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии радиально, т. е. на продолжении сторон угла, рисунок 20. Угловые размеры указывают в градусах, минутах, секундах с обозначением единиц измерения.

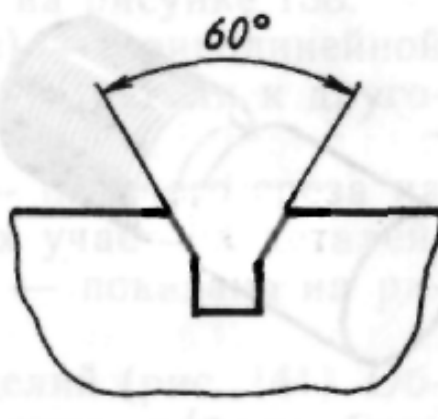


Рисунок 20 - Нанесение угловых размеров

8. Нанесение размеров на изображения некоторых конструктивных элементов формы изделий

Одним из конструктивных элементов изделия является *фаска* — скошенная кромка стержня, бруска, отверстия, рисунок 21, а. Нанесение ее величины осуществляется либо простановкой двух линейных размеров, рисунок 21 б, либо линейным и угловым размерами, рисунок 21, в, г.

Если на чертеже имеется несколько одинаковых фасок, то размер наносят один раз так, как показано на рисунке 21г. Эта надпись означает, что снято две фаски размером 2 мм под углом 45° .

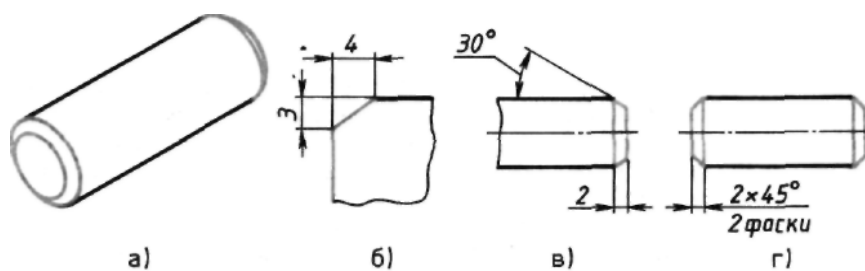


Рисунок 21- Нанесение размеров фаски

Нанесение размеров *шлица* показано на рисунке 22, а — паза в виде узкой прорези или канавки на головках винтов и шурупов — представлено на рисунке 22, б.

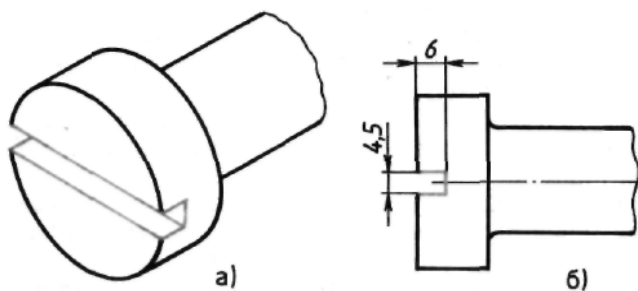


Рисунок 22- Нанесение размеров шлица

Нанесение размеров *проточки* — кольцевого желоба на стержне показано на рисунке 24, а или в отверстии — производят с помощью выносного элемента, как выполнено на рисунке 24, б. Нанесение размеров *прямоугольного паза* показано на рисунке 25, а — выемки (углубления) прямоугольной формы — показано на рисунке 25, б.

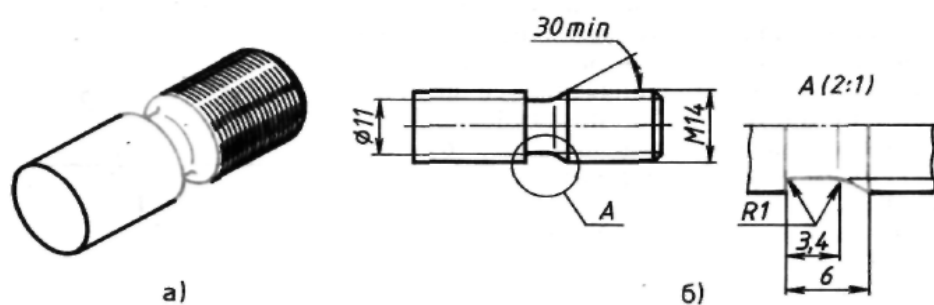


Рисунок 24 - Нанесение размеров проточки на стержне

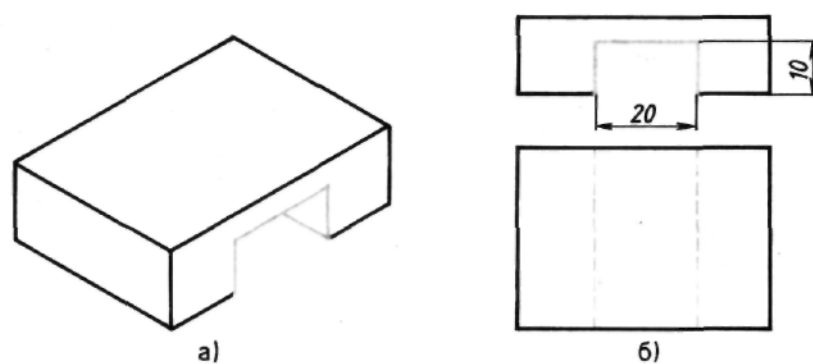


Рисунок 25 - Нанесение размеров паза

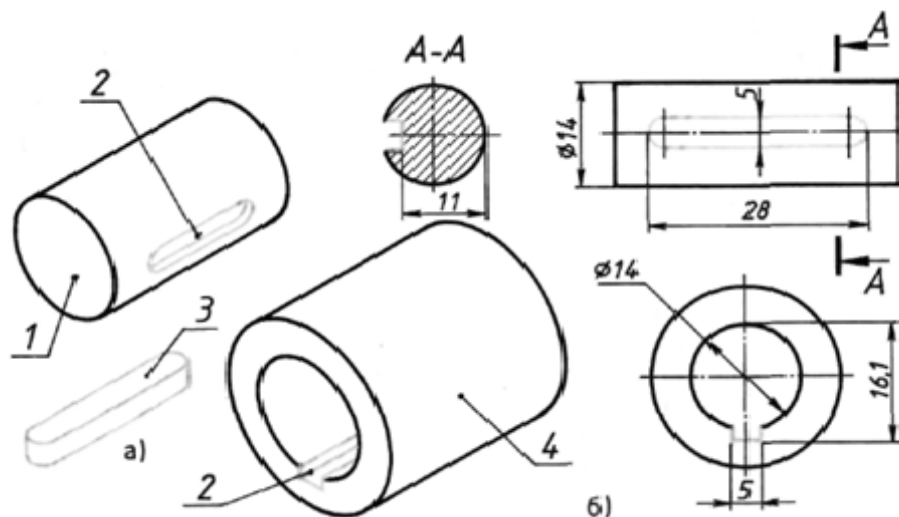


Рисунок 26 - Нанесение размеров шпоночного паза

Пример нанесения размеров шпоночного паза 2 — углубления на валу, втулке 4 или ступице колеса, предназначенного для размещения в них шпонки 3, — приведен на рисунке 26.

Нанесение размеров *галтели* приведены на рисунке 27, а — криволинейной поверхности плавного перехода одного элемента детали к другому — приведено на рисунке 27, б.

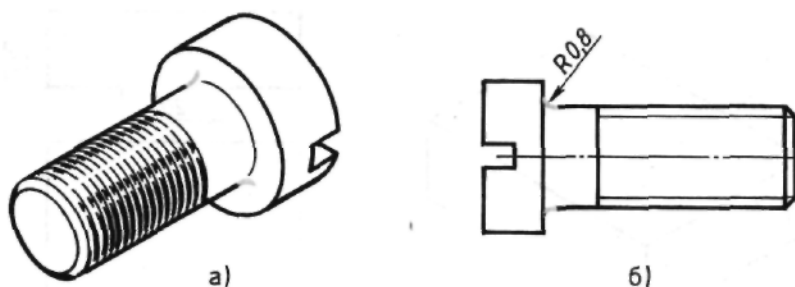


Рисунок 27 - Нанесение размеров галтели

Нанесение размеров *лыски* показано на рисунке 28, а — плоского среза на цилиндрических, конических или сферических участках деталей, как правило, параллельного оси вращения, — показано на рисунке 28, б.

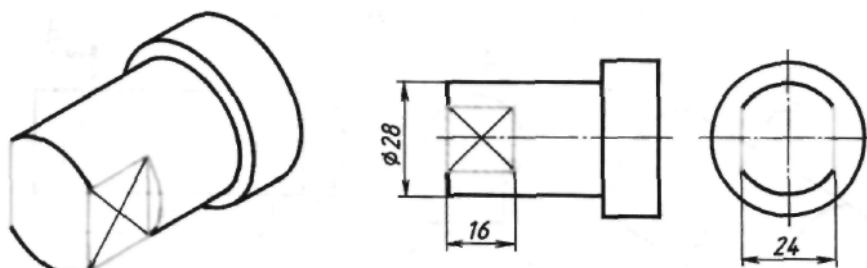


Рисунок 28 - Нанесение размеров лыски

9. Нанесение размеров на изображениях изделий

Общее число размеров, проставленных на чертеже, должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

Габаритными размерами определяются предельные величины внешних очертаний изделий. За габаритные размеры принимают длину, ширину, высоту изделия. Эти размеры всегда больше других, поэтому на чертеже их

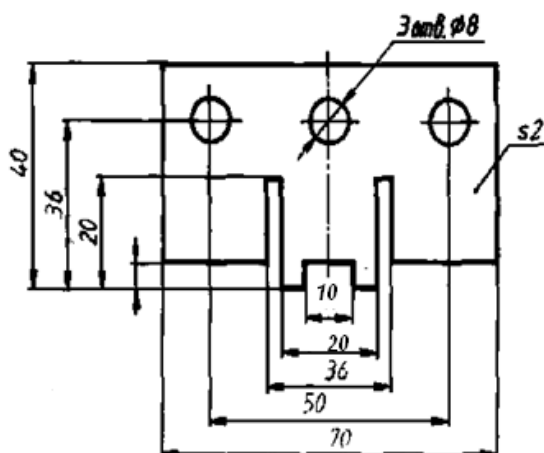


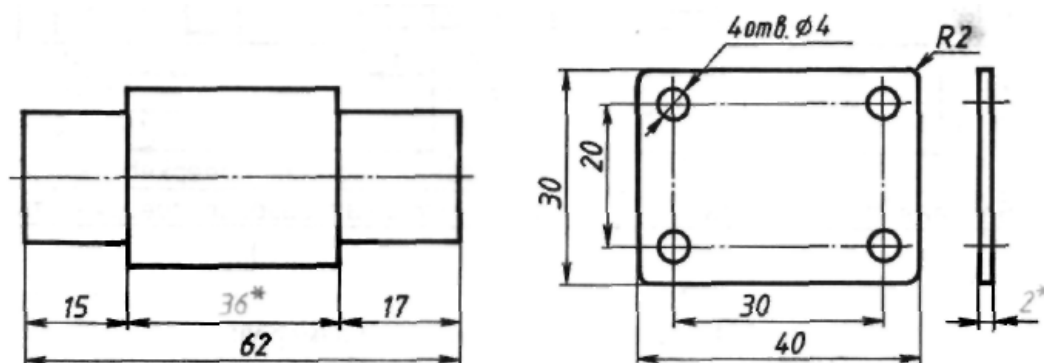
Рисунок 29 -
Нанесение размеров

располагают дальше от изображения, чем остальные.

При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий расстояние между ними должно быть не менее 7 мм. Размерные числа располагают в шахматном порядке, как показано на рисунке 29.

Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий. Размеры нескольких одинаковых элементов изделия наносят один раз с указанием их числа на полке линии выноски, рисунок 29.

На чертежах иногда наносят справочные размеры, т. е. не подвергающиеся контролю. Они отмечаются знаком *, рисунок 30. На месте расположения технических требований (над основной надписью) делают запись: * — размеры для справок.



* Размер для справок

Рисунок 30 – Простановка справочных размеров

Размеры на чертежах проставляют с учетом возможного технологического процесса изготовления детали и удобства контроля ее геометрических параметров. Размеры наносят, начиная от базовых поверхностей или осей симметрии. В процессе изготовления и контроля детали именно от них производится обмер формы. Размеры наносят таким образом, чтобы обеспечить достаточную точность и удобство изготовления, измерения и контроля детали без каких-либо дополнительных подсчетов размеров. Существует несколько способов нанесения размеров детали, которые показаны на рисунке 31.

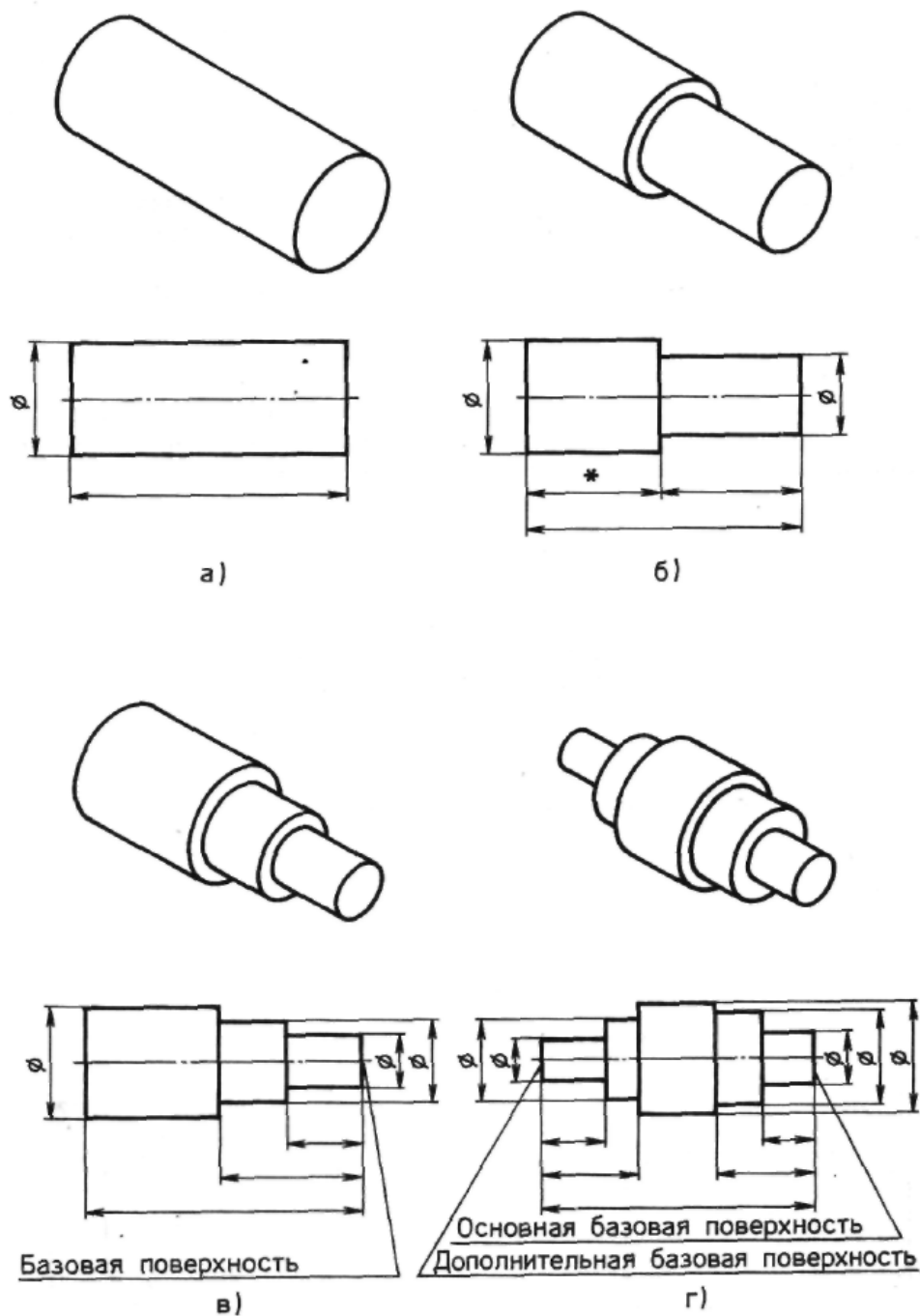


Рисунок 31- Способы простановки размеров

a - обычный; *б* - цепочкой; *в* - от одной базовой поверхности;
г — от двух базовых поверхностей

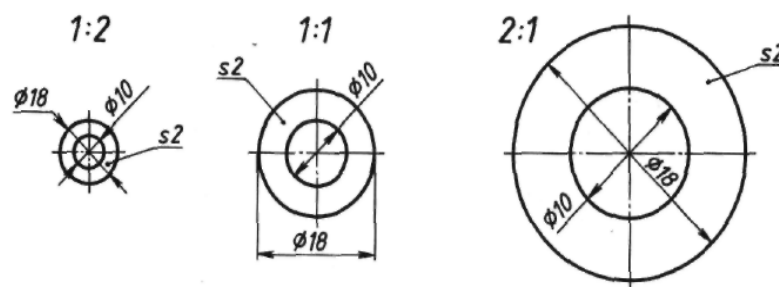


Рисунок 32 - Чертежи шайбы, выполненные в различных масштабах

Масштабы. На чертеже все изображения выполняются в соответствии с масштабом — отношением размеров изображения к действительным размерам изображаемого предмета, рисунок 32.

ГОСТ 2.302—68 устанавливает следующие масштабы:

масштаб натуральной величины (1:1), при котором размеры изображения соответствуют действительным размерам детали в натуре;

масштабы уменьшения (1:2; 2:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100 и т. д.), при которых размеры изображения меньше по сравнению с действительными размерами детали в натуре;

масштабы увеличения (2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1), при которых размеры изображения больше по сравнению с действительными размерами детали в натуре.

При любом масштабе на чертеже всегда наносят только действительные размеры изделия. Масштаб записывают в специальной графе основной надписи по типу 1:1; 1:2; 2:1 и т. д. Проставление масштаба на поле чертежа допускается только в тех случаях, когда какое-либо изображение чертежа выполнено в масштабе, отличном от масштаба, указанного в основной надписи. В этом случае обозначение изображения дополняют записью (1:2) или (2:1) и т. д.

Чтобы построить чертеж детали в масштабе 2:1, необходимо линейные размеры изображения увеличить в два раза по сравнению с действительными размерами детали. Если необходимо выполнить изображение в масштабе 1:2, то линейные размеры изображения уменьшаются в два раза по сравнению с действительными размерами детали. Независимо от масштаба изображения углы выстраиваются в соответствии с их размерами.

10. Упрощения, допускаемые при простановке размеров.

1. Если не требуется показать положение центра дуги окружности, то размерная линия радиуса обрывается, как показано на рисунке 33, а. Если необходимо показывать положение центра для его координирования, а он из-за отсутствия места или большей величины радиуса не может быть показан без нарушения масштаба, то размерную линию радиуса следует изображать с изломом, как показано на рис. 33, б.

2. Если радиусы скруглений, сгибов и т. п. на всем чертеже одинаковы или какой-либо радиус является преобладающим, то вместо нанесения размеров этих радиусов рекомендуется на поле чертежа делать надписи типа:

- Радиусы скругления 4 мм;
- Внутренние радиусы сгибов 10 мм;
- Неуказанные радиусы 8 мм и т. д.

3. Допускается не наносить на чертеже размеры радиуса дуги окружности сопрягающихся параллельных линий.

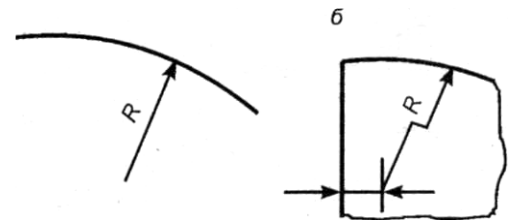


Рисунок 33- Обозначение радиуса

4. Если на чертеже имеется несколько близких по размерам отверстий, то рекомендуется отмечать одинаковые отверстия условными знаками, как приведено на рисунке 34, на том изображении, на котором указаны размеры, определяющие положение этих элементов. Кроме условных знаков можно применять прописные буквы.

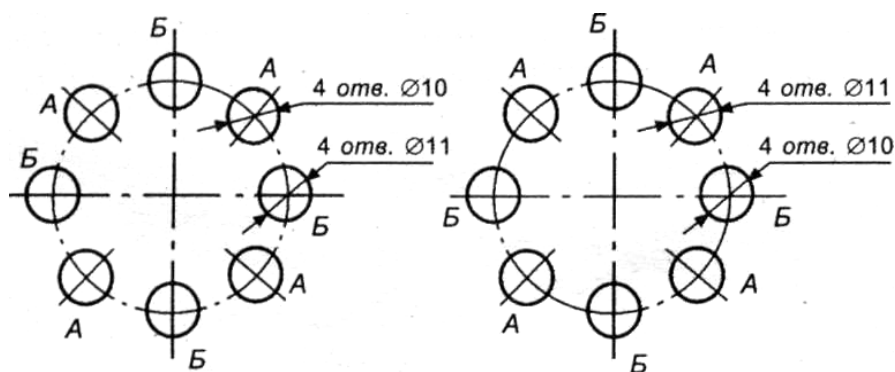


Рисунок 34 - Простановка условных знаков

11. Вопросы для самопроверки.

1. Что называется размером?
2. В каких единицах измерения наносят линейные размеры на чертежах?
3. На каком расстоянии друг от друга должны наноситься параллельные между собой размерные линии?
4. На сколько миллиметров должны выступать выносные линии за размерные?
5. Какими знаками обозначают толщину и длину изделия?
6. Какие размеры называются габаритными?
7. Каким знаком обозначаются размеры для справок?
8. Что называется базовой поверхностью?
9. Что называется масштабом?
10. Какие масштабы устанавливает ГОСТ ЕСКД? Приведите примеры масштабов уменьшения, увеличения и натурального масштаба.

Лекция 4.

Размеры и их предельные отклонения.

1.1 Нанесение размеров.

Правила нанесения размеров и предельных отклонений устанавливаются по ГОСТ 2.307-68. Еще раз уточним некоторые моменты в простановке размеров на чертежах. Величину изображенного изделия и его элементов определяют размерные числа, нанесенные на чертеже. Линейные размеры и их предельные отклонения указывают в миллиметрах. Угловые размеры и их предельные отклонения указывают с обозначением единиц (градусов, минут, секунд), например - $5^{\circ}30'$. На чертеже должно быть проставлено минимальное число размеров, но достаточное для изготовления и контроля изделия. Повторение размеров на разных изображениях чертежа недопустимо. Размеры на чертежах указывают размерными линиями (в виде отрезка или дуги с одной или двумя стрелками) и размерными числами. Для определения размеров прямолинейных отрезков параллельно им проводят размерные линии и над ними проставляют размерные числа, рисунок 1.

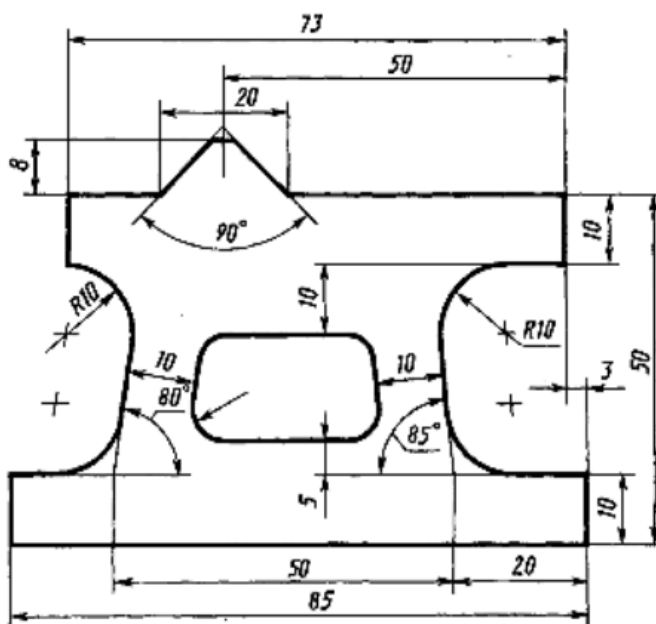


Рисунок 1 - Нанесение линейных и угловых размеров на изделие

Размерная линия окружности проводится по диаметру, рисунок 1. При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии радиально, как показано на рисунке 1. Размерные линии допускается проводить непосредственно к линиям видимого контура, осевым, центровым и другим линиям, но использовать

последние в качестве размерных – запрещено. Также рекомендуется наносить размеры и размерные линии вне контура изображения. Расстояние от размерной линии до параллельной ей линии контура должно быть в пределах 6 – 10 мм. Расстояние между параллельными размерными линиями не должно быть меньше 10 мм. Необходимо избегать пересечения размерных линий. Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (отверстию, выступу и т.д.) рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма этого элемента показана наиболее полно.

Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают за выносные линии и стрелки наносят с внешней стороны, рисунок 2. Если при нанесении цепочки размеров места для стрелок нет, то допустима их замена насечками (под углом 45°) или жирными точками. В случае, когда места над размерной линией для размерного числа недостаточно, рекомендуется наносить их на полке-выноске, как выполнено на рисунке 2.

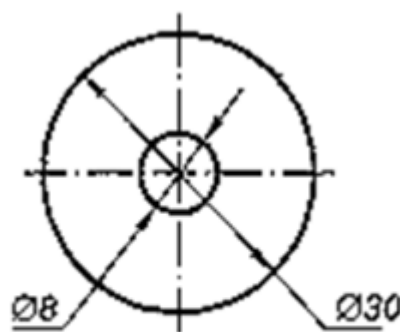


Рис. 2. Варианты простановки диаметров

Для обозначения определяемого конструктивного элемента (отверстия, скругления и т.д.) используются специальные условные знаки, ставящиеся перед размерным числом:

- Ø - для обозначения диаметра;
- R – для обозначения радиуса;
- О - сфера (если трудно отличить сферу от другой поверхности);
- - квадрат;
- ◁ - конусность (отношение разности диаметров большого и малого оснований конуса к его высоте).

Размеры фасок, наносят под углом 45°.

Первая цифра показывает высоту конуса, формирующего фаску, вторая – угол фаски. Размеры фасок, выполненных под другими углами, указываются линейным и угловым, либо только двумя линейными размерами (Рис.3).

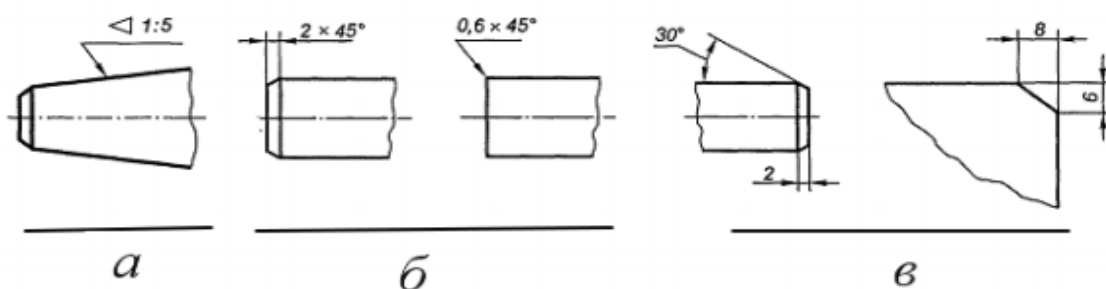


Рисунок 3 - Нанесение: конусности (а), фаски под углом 45° (б), фаски произвольного размера (в)

Размеры, определяющие взаимное расположение элементов предмета или его поверхностей указывают от общей базы, рисунок 4а, от нескольких баз, рисунок 4б или между смежными элементами – цепочками, рисунок 4в. Размерной базой называют поверхность, от которой ведут отсчет размеров при изготовлении деталей. Размерными базами могут служить:

- торцевые поверхности, с которых начинается обработка детали;
- оси симметрии или другие взаимно перпендикулярные линии (кромки деталей, контуры элементов и др.).

Желательно, чтобы размерные базы совпадали с конструкторскими и технологическими.

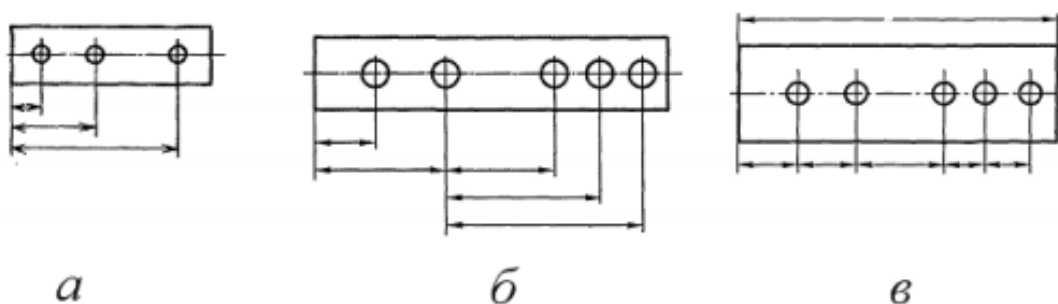


Рисунок 4 - Нанесение линейных размеров: от одной базы (а), от нескольких баз (б), цепочкой (в)

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия (отверстий, фасок, пазов и др.) наносят один раз, указывая на полке линии-выноски число этих элементов, рисунок 5а. Если одинаковые элементы расположены на изделии равномерно, рекомендуется проставить размер между двумя соседними элементами, а затем размер между крайними элементами в виде

произведения числа элементов на размер промежутка между ними, рисунок 5б.

Наносить размеры на чертежах в виде замкнутой цепи не допускается, кроме случая, когда один из размеров является справочным. Справочными называют размеры, которые не используют при изготовлении детали, но облегчают чтение чертежа. Справочные размеры отмечают знаком «*» и в технических требованиях под чертежом записывают «*Размеры для справок», рисунок 6. Кроме одного из размеров замкнутой цепи к справочным относят также размеры перенесенные с чертежей изделий заготовок; размеры деталей из сортового, фасонного и другого проката; размеры, определяющие предельные положения отдельных элементов изделия; установочные и присоединительные размеры (определяют размеры элементов, по которым данное изделие присоединяют к другому изделию); габаритные размеры, определяющие внешние очертания изделия.

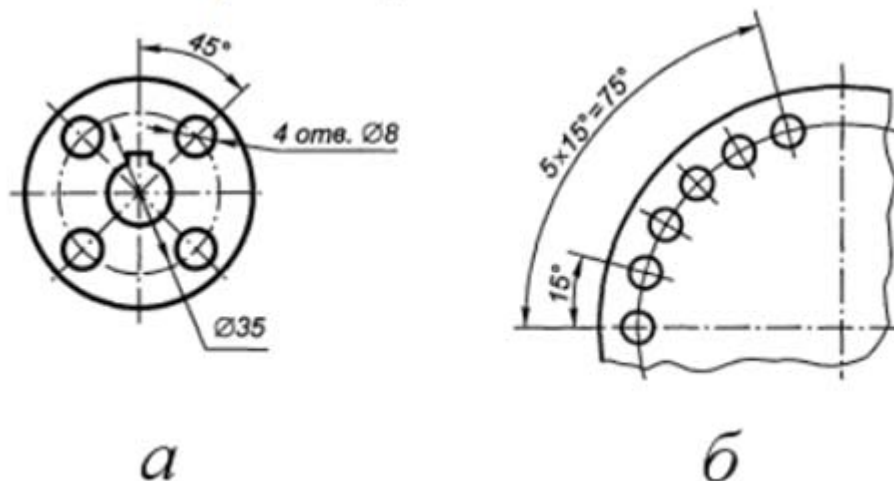
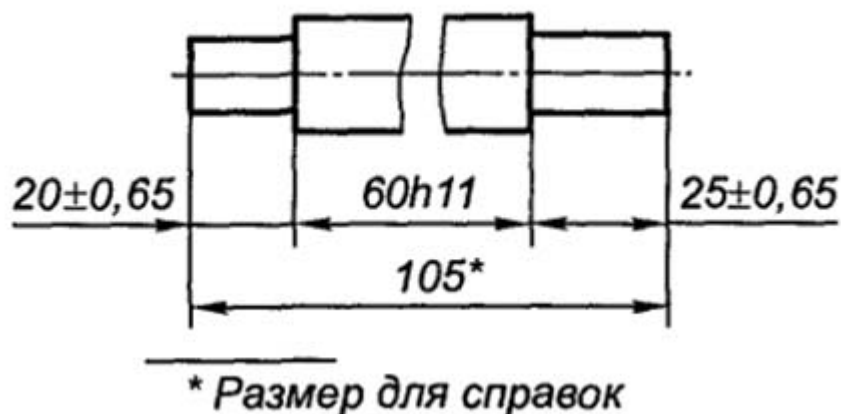


Рис. 5 . Простановка размеров повторяющихся элементов: при их симметричном расположении (а), несимметричном расположении (б)



Р

исунок 6 - Простановка справочного размера

В КОМПАС нанесение размеров осуществляется следующим образом:

- Создается эскиз изделия, на который необходимо нанести размеры, и включаются привязки – «Пересечение» и «Центр»;
- Нажатием на кнопку компактной панели «Размеры» активизируется панель инструментов размеры, рисунок 7, которая содержит кнопки «Линейный размер», «Угловой размер» и т.д.;
- Для простановки линейного размера нажимается соответствующая кнопка и из всплывающего меню выбирается способ простановки линейного размера (от одной базы, цепной, с разрывом и т.д.). Внизу в панели свойств задается ориентация размера – горизонтальная ориентация. После этого курсор наводится на левую границу основания контура эскиза и нажимается левая кнопка мыши. Аналогично поступают с правой границей основания и получают размер основания. Размерное число проставляется автоматически. Чтобы проставить размеры, определяющие положение оси отверстия, необходимо совмещать курсор с центром отверстия и левой границей основания;
- Для простановки диаметра отверстия нужно нажать кнопку «Диаметральный размер» и запустить панель свойств. После выделения курсором контура отверстия и нажатия левой кнопки мыши в поле эскиза появится нужный размер. Для того чтобы правильно расположить размерное число используют вкладку «Параметры» панели свойств и в ней опцию «Размещение текста» - во всплывающем окне выберем пункт «На полке справа»;
- Для простановки углового размера надо нажать кнопку «Угловой размер» и из всплывающего меню выбрать нужный тип размера (от базы, цепной и т.д.). Выделив отрезки контура изделия, между которыми необходимо проставить размер, и перемещая курсор определяют положение размерной линии и размерного числа относительно контура эскиза. Эскиз с проставленными размерами приведен на рисунке 7.

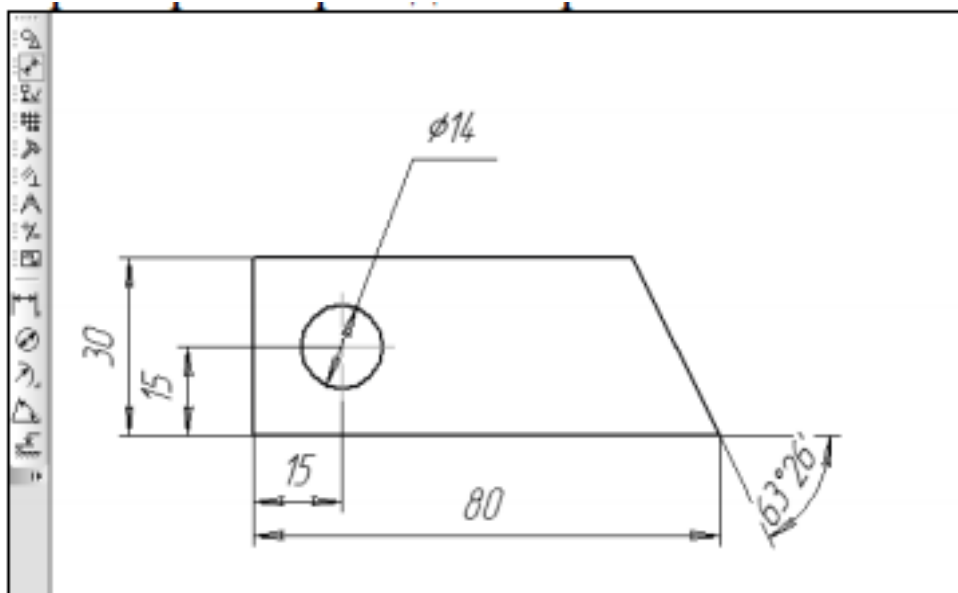


Рисунок 7 - Простановка размеров в САПР КОМПАС

II. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ

На чертежах наносят *номинальные размеры*, т. е. размеры, устанавливаемые исходя из функционального назначения детали и служащие началом отсчета отклонений. Размер, полученный в результате обработки, называют *действительным*.

Допускаемые предельные отклонения линейных и угловых размеров от номинальных и предельные отклонения форм и расположения поверхностей, указанные на чертеже, определяют требуемую точность изготовления детали. Предельные отклонения линейных и угловых размеров указывают непосредственно после номинальных размеров, а отклонения формы и расположения поверхностей — специальными обозначениями на изображениях или записью в технических требованиях над основной надписью.

В соответствии с ГОСТ 2.307 — 68 на рабочих чертежах деталей предельные отклонения размеров указывают тремя способами:

1) условными обозначениями *полей допусков и посадок* согласно стандартам на допуски и посадки общего применения. Высота букв в условном обозначении должна быть равна высоте цифр размерных чисел на чертеже, а высота индексов при буквенных обозначениях — приблизительно $\frac{1}{3}$ высоты цифр, но не менее 2,5 мм, рисунок 8, а;

2) числовыми величинами отклонений с соответствующими знаками (+) или (—), рисунок 8, б, в. Примеры написания отклонений показаны на рисунке 9;

3) условными обозначениями предельных отклонений с указанием справа в скобках их числовых величин, рисунок 8, г.

Предельные отклонения угловых размеров указывают только числовыми величинами, как показано на рисунке 8, в или текстовой записью без применения условных обозначений.

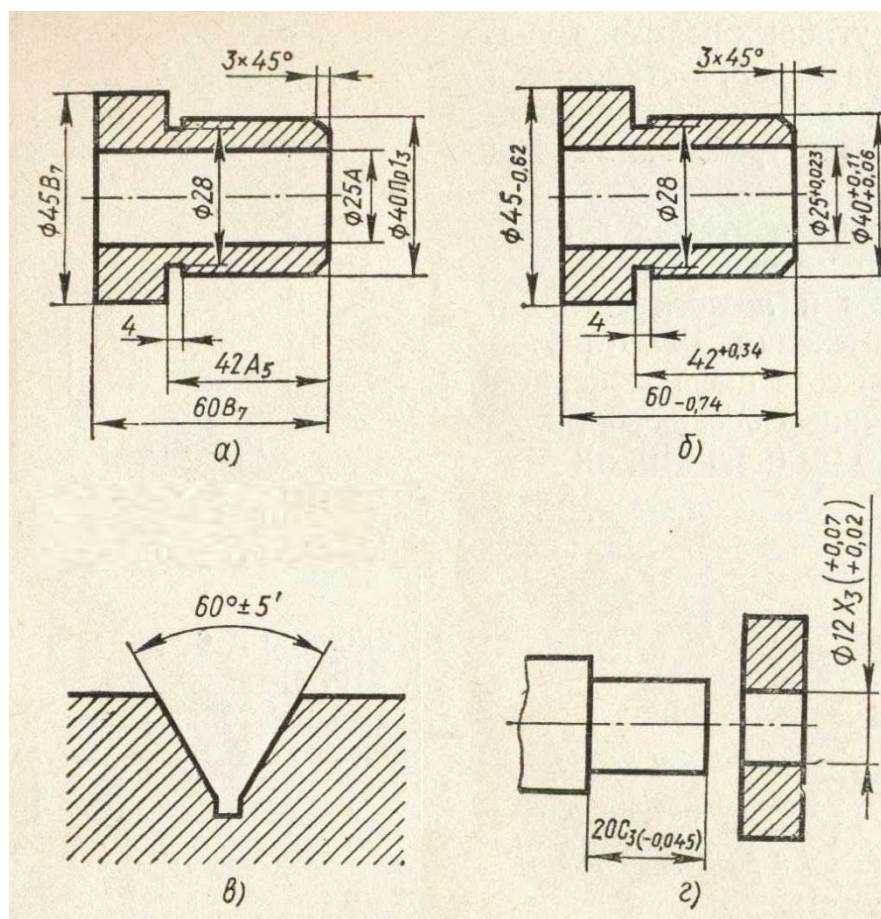


Рисунок 8 - Примеры обозначения предельных отклонений.

На чертежах сборочных единиц предельные отклонения размеров сопрягаемых деталей наносят одним из следующих способов:

- 1) в виде дроби, в числителе которой указывают условное обозначение поля допуска отверстия, а в знаменателе — условное обозначение поля допуска вала, рисунок 10, а;
- 2) в виде дроби, в числителе которой указывают числовые величины предельных отклонений отверстий, а в знаменателе — числовые величины предельных отклонений вала, рисунок 10, б;
- 3) в виде записи, в которой указывают предельные отклонения только одной из сопрягаемых деталей. В этом случае поясняют, к какой детали относят отклонения, рисунок 10, в).

В этих стандартах вместо понятия *класса точности* принято понятие *квалитет*. Квалитет — это совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров.

Устанавливается 19 квалитетов: 01; 0; 1; 2; ...; 17 (самый грубый квалитет — 17-й) вместо классов точности 1; 2; 2а; ...; 11. Положение поля допуска, зависящее от посадки, обозначают буквой латинского алфавита (иногда двумя буквами) — прописной для отверстий (А, В, С, CD, Е, EF, и т. д.) и строчной для валов (а, б, с, с(1, е, ef, k, m и т. д.).

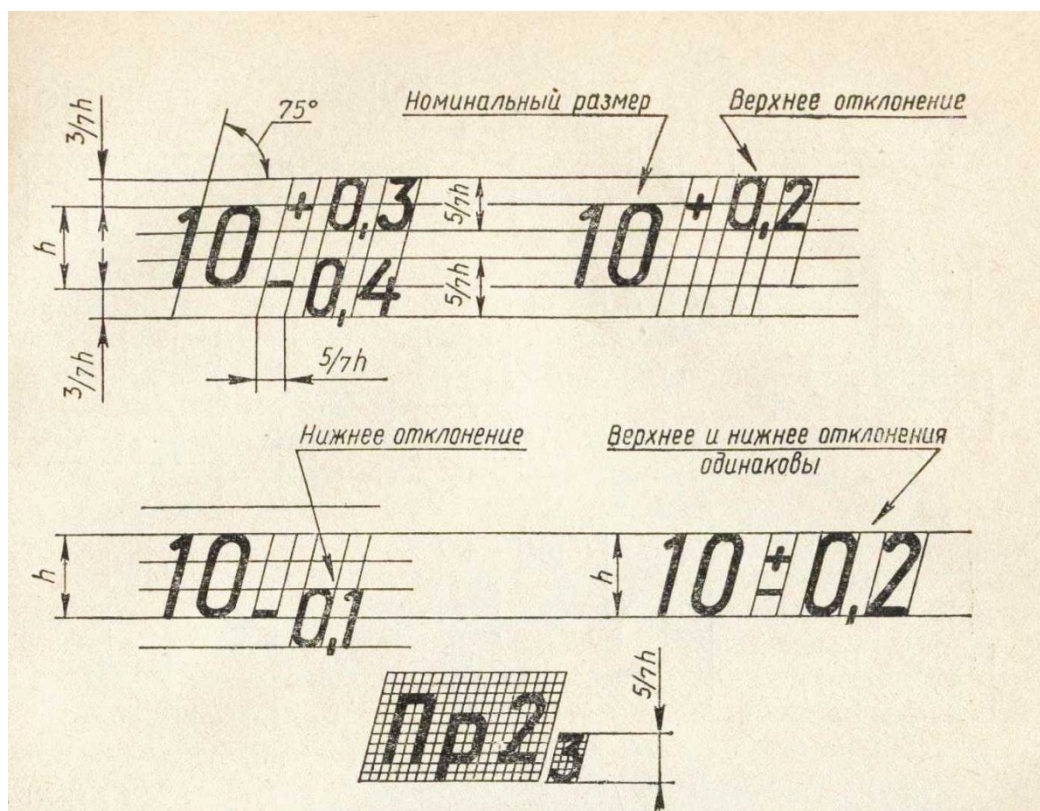


Рисунок 9 - Пример написания предельных отклонений

Таким образом, размер, для которого указывают поле допуска, обозначают числом (номинальный размер) и условным обозначением, состоящим из буквы (иногда из двух) и цифры (или двух цифр): например: 40g6, 40H6, 40H11. Предельные отклонения линейных размеров могут быть указаны на чертеже одним из трех способов:

1) условными обозначениями полей допусков по СТ СЭВ 145 — 75, например: 18H7, 12e8,

2) числовыми значениями предельных отклонений, например:
 $18^{+0,019}_{-0,059}$; $12^{-0,032}_{-0,059}$;

3) условными обозначениями полей допусков с указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений, например:

$18\ H7^{(+0,018)}$; $12\ e8^{(-0,032)}$
 $(-0,059)$;

В обозначение посадки входит номинальный размер, общий для обоих соединяемых элементов (отверстия и вала), за которым следует обозначение полей допусков для каждого элемента, начиная с отверстия, например: 40H7/g6 (или 40H7-g6, или 40H7/g6).

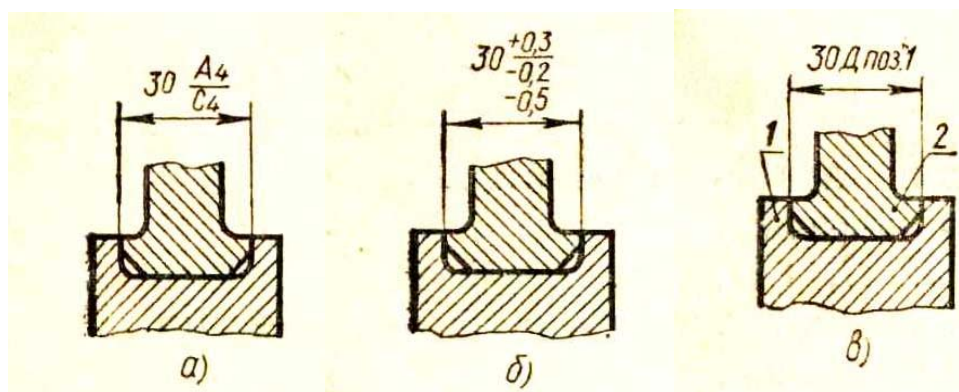


Рисунок 10 - Предельные отклонения размеров сопрягаемых деталей

Общие записи о неуказанных предельных отклонениях при относительно низкой точности (от 12-го квалитета и грубее) следует давать в соответствии с п. 3 ГОСТ 2.307 — 68, например:

«Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий H14, валов h14, остальных $\pm \frac{IT\ 14}{2}$ » (IT14 — допуск 14-го квалитета);

«Неуказанные предельные отклонения размеров: диаметров H12, h12, остальных $\pm \frac{IT\ 12}{2}$ ».

В первом примере отклонения H14 относятся к размерам всех внутренних (в соединениях — охватывающих) элементов, а отклонения h14 — к размерам всех наружных (в соединениях — охватываемых) элементов. Во втором примере отклонения H12 относят только к диаметрам цилиндрических отверстий, отклонения h12 — к диаметрам цилиндрических валов. В общей

записи обозначение $\pm \frac{IT}{2}$ рекомендуется применять для симметричных отклонений потому, что оно распространяется на размеры различных элементов, в том числе и таких, которые не относятся к отверстиям или валам.

Добавить предельное отклонение размера в КОМПАС можно следующим образом:

- Выбрать на панели инструментов «Размеры» нужный тип размера, указать точки объекта, к которым привязываются выносные линии, и щелкнуть левой кнопкой мыши на окне «Текст». После этого появится окно «Задание размерной надписи», которое позволяет ввести нужный квалитет, условные знаки и текст после размерного числа, рисунок 11.

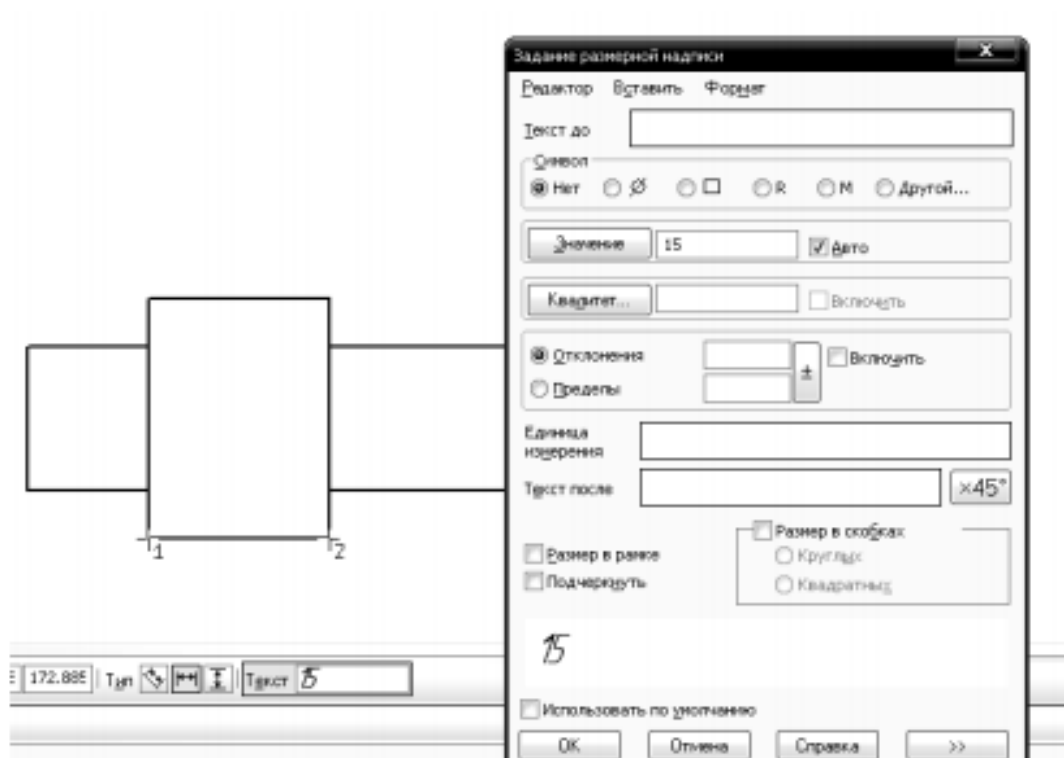
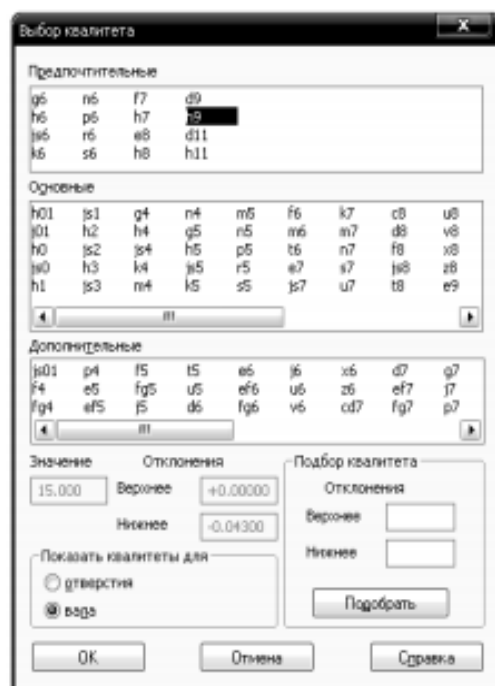
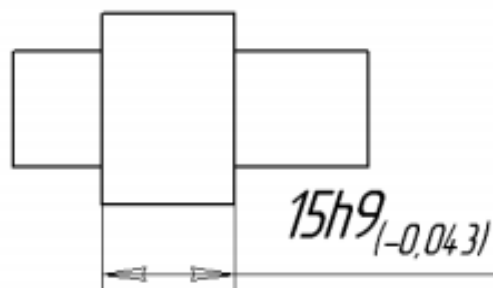


Рисунок 11- Вид окна «Задание размерной надписи»

- Нажать на кнопку «Квалитет» - появится окно, в котором можно выбрать необходимую систему нанесения предельных отклонений (отверстия или вала) и нужное поле допуска и его квалитет, рисунок 12а.



а



б

Рисунок 12 - Окно выбора величины предельного отклонения (а) и его вид на чертеже (б)

Чтобы активизировать на чертеже обозначение поля допуска и его численные значения надо поставить галочку напротив окон «Квалитет» и «Отклонения». После этого нажать кнопку «Принять» на панели свойств. Результат показан на рисунке 12 б.

Вопросы для самопроверки.

11. Что называется размером?
12. В каких единицах измерения наносят линейные размеры на чертежах?
13. На каком расстоянии друг от друга должны наноситься параллельные между собой размерные линии?
14. На сколько миллиметров должны выступать выносные линии за размерные?
15. Какими знаками обозначают толщину и длину изделия?
16. Какие размеры называются габаритными?
17. Каким знаком обозначаются размеры для справок?
18. Что называется базовой поверхностью?
19. Что называется масштабом?
20. Какие масштабы устанавливает ГОСТ ЕСКД? Приведите примеры масштабов уменьшения, увеличения и натурального масштаба.

Лекция 5

Виды и их расположение на чертежах.

В черчении для изображения предметов используют параллельные проекции, так как они достаточно наглядны и их проще выполнить, чем центральные.

При проецировании предполагается, что предмет расположен между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций, рисунок 1.

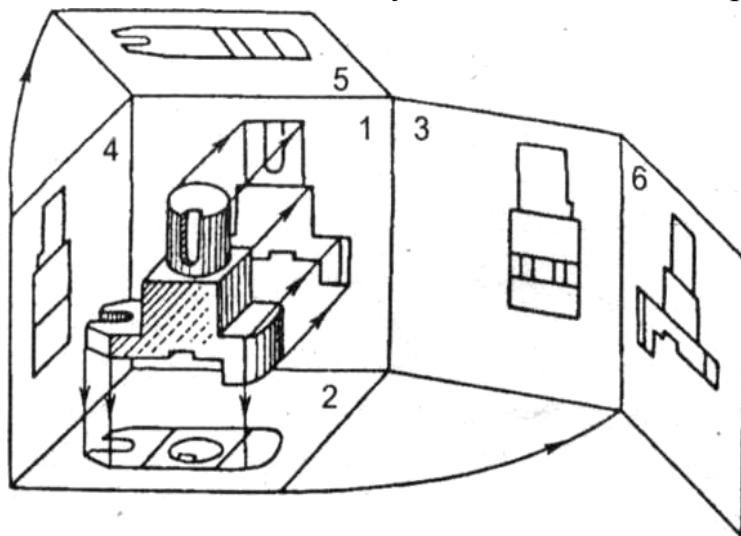


Рисунок 1 - Получение чертежа

- В качестве основных плоскостей проекций принимают шесть граней куба, внутри которого условно помещен предмет. Предмет проецируется на внутренние грани куба.

- Изображение на грани, совмещенной с

фронтальной плоскостью проекций *1 (вид спереди)*, принимается *главным*. Расположение отдельных изображений (видов) относительно главного вида (вида спереди) определяется разворачиванием плоскостей проекций в одну плоскость.

На главном виде предмет следует располагать так, чтобы изображение давало наиболее полное представление об его форме и размерах. Предметы, состоящие из нескольких частей, следует изображать в функциональном положении или в положении, удобном для изготовления. Если функциональное положение предмета наклонное, его изображают в вертикальном или горизонтальном положении. Длинные (высокие) предметы, функциональное положение которых вертикальное (оси, валы, столбы, колонны и т. п.), можно изображать в горизонтальном положении.

Классификация изображений и правила их выполнения на чертежах даны в ГОСТ 2.305—68.

Изображения на чертеже в зависимости от содержания делятся на:

- *виды;*
- *разрезы;*
- *сечения.*

Количество изображений на чертеже должно быть наименьшим, но достаточным для полного и однозначного представления об изображаемом

предмете. С целью уменьшения количества изображений допускается на видах показывать невидимые части предмета при помощи штриховых линий толщиной $s/2 - s/3$ (s — толщина основной линии).

Изображения можно упрощать в соответствии с основными правилами, допускаемыми государственными стандартами.

Виды и их расположение на чертежах

Видом называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Основные виды. Основными называются виды, полученные проецированием предмета на шесть основных плоскостей проекций.

По ГОСТ 2.305—68 устанавливаются следующие названия видов, рисунок 1:

- | | |
|----------------|-------------------------------|
| 3. вид слева; | 1. вид спереди (главный вид); |
| 5. вид справа; | 2. вид сверху; |
| | 4. вид снизу; |
| | 6. вид сзади. |

На рис. 1 все виды находятся **в прямой проекционной связи** с главным видом. При таком расположении проекции любой точки предмета на виде снизу, главном виде и виде сверху располагаются на одной и той же вертикальной линии, а проекции этой же точки на виде справа, главном виде и виде слева располагаются на одной и той же горизонтальной линии.

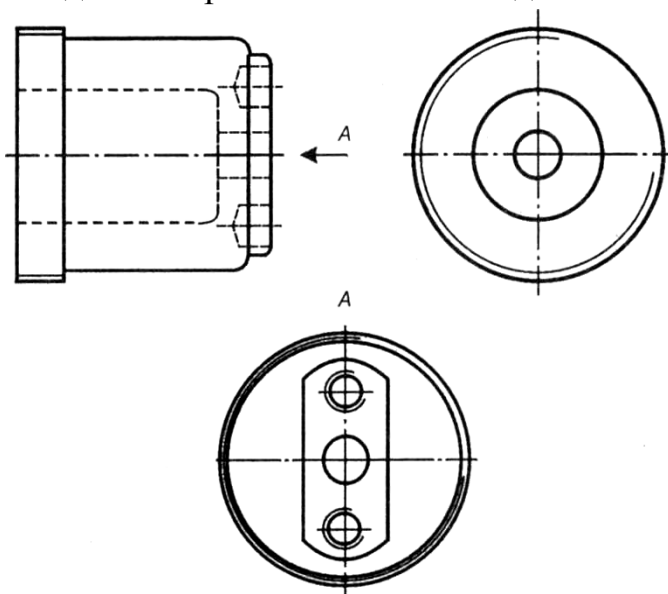


Рисунок 2 - Изображение вида в проекционной и не проекционной связи

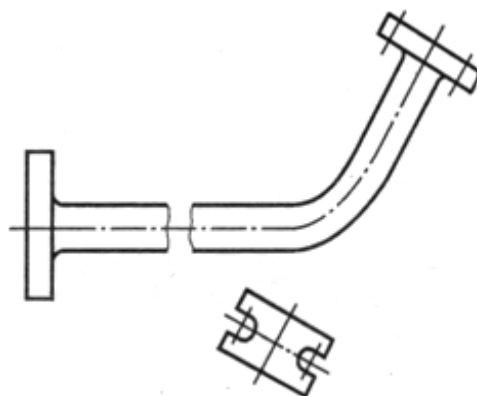
- стрелку обозначают прописной буквой;
- над соответствующим изображением вида пишут ту же букву, которой обозначена стрелка (рис. 2).

Рисунок 3 - Выполнение изображения в прямой проекционной связи

Если виды предмета расположены в проекционной связи, названия их на чертежах не надписываются.

В тех случаях, когда

- виды смещены относительно главного изображения;
 - виды отделены от главного изображения другими изображениями;
 - виды и главное изображение, к которому они относятся, расположены на разных листах;
- на чертеже указывают:
- направление взгляда стрелкой;



Дополнительный и местный виды. В тех случаях, когда предмет или отдельные его элементы проецируются на основные плоскости проекций в искаженном виде, на их изображениях нельзя проставить размеры. Размеры наносятся только на тех изображениях, на которых соответствующие элементы детали изображены без искажения формы и размеров. В этом случае применяют дополнительные виды.

Дополнительные виды получают проецированием предмета на дополнительные плоскости проекций, не параллельные ни одной из основных плоскостей проекций.

Если изображения находятся в прямой проекционной связи с главным видом, то на чертеже не делаются поясняющие надписи, рисунок 3. Если вид расположен не в проекционной связи, то на чертеж указывают направление взгляда стрелкой с буквенным обозначением, это же обозначение пишут над изображением, как приведено на рисунке 4а.

Вид может быть повернут относительно его изображения на главном виде. В этом случае обозначение изображения дополняется условным графическим обозначением, рисунок 4б.

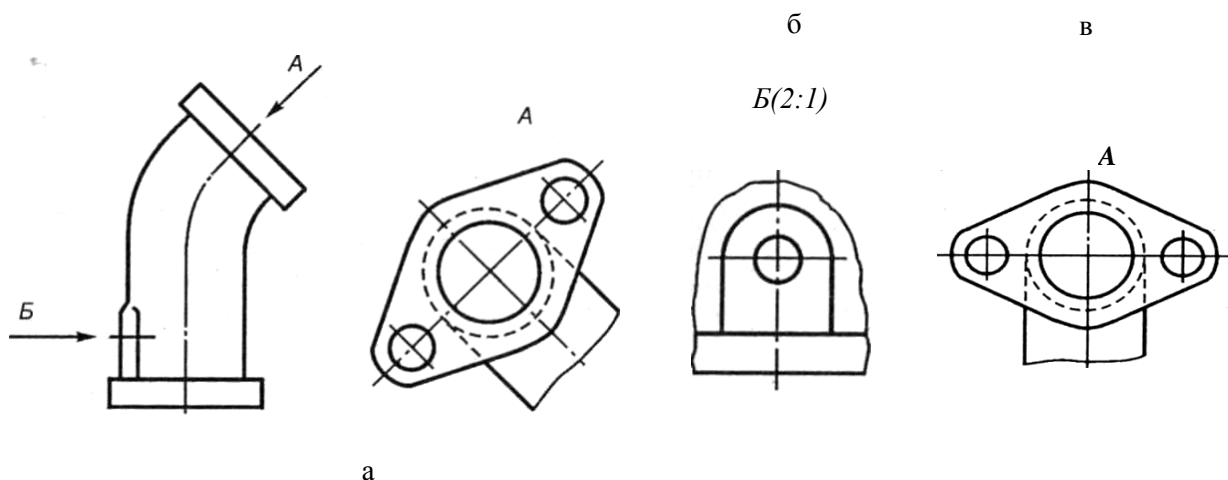


Рисунок 4 - Выполнение изображений не в проекционной связи

Если вид «по стрелке» изображен в масштабе, отличном от основного изображения, то рядом с буквой, обозначающей вид, в круглых скобках пишут масштаб изображения, рисунок 4в.

На строительных чертежах допускается направление взгляда показывать двумя стрелками (аналогично показу секущих плоскостей в разрезах).

Местным видом называется изображение отдельного, ограниченного места на поверхности изображаемого предмета, рисунок 4б. Местный вид может быть ограничен линией обрыва (вид Б), по возможности в наименьшем размере, или не ограничен, рисунок 4в.

Располагают местные виды без сохранения проекционной связи с основным изображением на свободном поле чертежа. Обозначают его аналогично обозначению дополнительного вида, расположенного вне проекционной связи с основным изображением.

Выносные элементы. Если отдельные элементы деталей имеют малые размеры и на чертеже трудно показать их геометрические, технологические и другие характеристики, то следует применять так называемые выносные элементы.

Выносным элементом называется дополнительное изображение части предмета, выполненное в большем по сравнению с основным изображением масштабе. В виде выносных элементов выполняют сложные контуры деталей, проточки, галтели, профили специальных резьб и т. п.

Часть изделия, изображаемую в виде выносного элемента, обводят замкнутой сплошной тонкой линией в виде окружности и обозначают прописной буквой на полке линии-выноски, рисунок 5, 6. Над изображением выносного элемента указывается та же буква и рядом в круглых скобках масштаб изображения, например, $A (5:1)$.

Выносные элементы следует располагать, возможно, ближе к поясняемым частям предмета.

На выносных элементах кроме формы задают размеры и другие данные, необходимые для изготовления изделия, не повторяемые на проекциях, к которым относятся выносные элементы. Выносной элемент может отличаться по содержанию от проекции, к которой он относится. Например, на рисунке 5 и 6 проекция является видом, а выносной элемент — разрезом. Допускается выполнять выносные элементы в нескольких изображениях, рисунок 6, выносной элемент может являться разрезом разрезом.

На основных и дополнительных видах те части изображений, которые

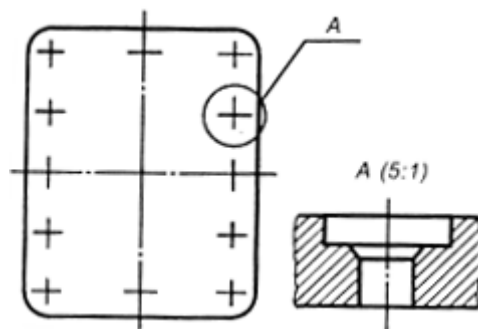
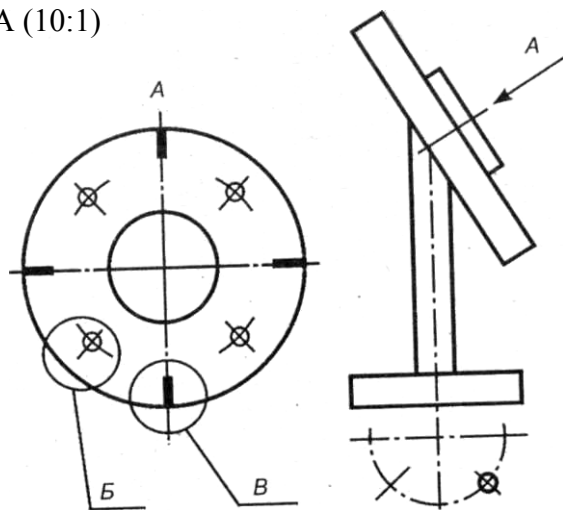


Рисунок 5 - Изображение выносного элемента

$A (10:1)$



$B (10:1)$

$B (10:1)$

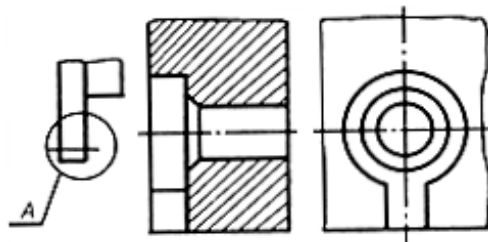


Рисунок 6 - Изображение выносного элемента

выполняются в виде выносных элементов, могут изображаться упрощенно, как показано на рисунке 7 и условно.

Изображения с разрывом и обрывом. Длинные предметы или элементы изделий допускается вычерчивать с разрывами, рисунок 8 и обрывами.

Частичные изображения и изображения с разрывами ограничивают одним из следующих способов:

- сплошной тонкой линией с изломом, которая может выходить за контур изображения на длину от 2 до 4 мм. Эта линия может быть наклонной относительно линии контура.
- тонкой сплошной волнистой линией, соединяющей соответствующие линии контура (толщина линии обрыва составляет $1/3 \dots 1/2$ толщины основной линии);

На рисунке 8 главный вид деталей выполнен с разрывом средней части, так как поперечное сечение их по всей длине одинаково.



Рисунок 7 - Упрощенное изображение элемента

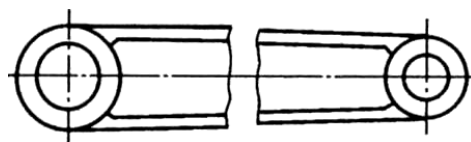


Рисунок 8 - Главный вид детали с разрывом

Вопросы для самопроверки:

1. Что называется видом.
2. Что называется главным видом.
3. Что называется дополнительным видом.
4. Какими правилами пользуются при выполнении дополнительных видов.
5. Что называется местным видом.
6. В чем отличие дополнительного и местного вида.

Лекция 6

Разрезы.

Разрез — изображение, полученное при мысленном рассечении предмета секущей плоскостью (секущими плоскостями) и состоящее из изображения фигуры сечения и той части детали, которая расположена за секущей плоскостью (секущими плоскостями).

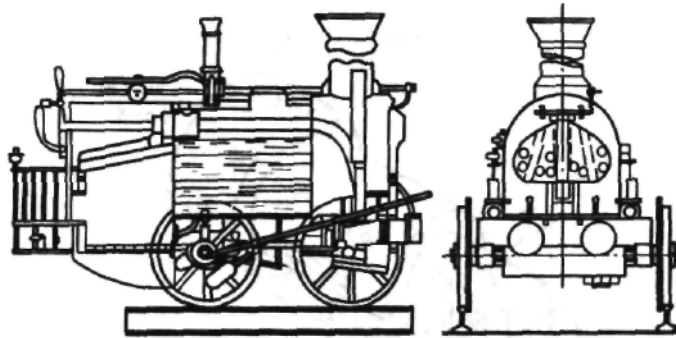


Рисунок 1 - Чертеж первого в России паровоза отца и сына Черепановых



Рисунок 2 - Классификация разрезов

В России разрезы давно стали использовать для отображения внутренней формы изделий. Изображения разрезов находим на чертежах И. И. Ползунова, И. П. Кулибина, Е. А. и М. Е. Черепановых и других механиков показан на рисунке 1.

Классификация разрезов

В зависимости от числа секущих плоскостей различают *простые* (полученные в результате мысленного рассечения детали одной секущей плоскостью) и *сложные* (полученные в результате мысленного рассечения детали несколькими секущими плоскостями) *разрезы*, рисунок 2.

Рассмотрим простые разрезы.

Фронтальный разрез— изображение, полученное в результате мысленного рассечения детали секущей плоскостью, параллельной фронтальной плоскости проекций, и состоящее из фигуры сечения и изображения части детали, расположенной за секущей плоскостью.

Деталь помещают в систему плоскостей проекций (V, H или V, H, W) и мысленно рассекают секущей плоскостью, параллельной фронтальной плоскости проекций. Фигуру сечения и то, что расположено за секущей плоскостью, проецируют на плоскость V , получая изображение фронтального разреза, рисунок 3.

Профильным разрезом называется изображение, полученное при мысленном рассечении детали секущей плоскостью, параллельной профильной плоскости проекций, и состоящее из фигуры сечения и изображения части детали, расположенной за ней.

Деталь помещают в систему плоскостей проекций (V, H или V, H, W) и мысленно рассекают секущей плоскостью, параллельной профильной плоскости проекций. Фигуру сечения и то, что расположено за секущей плоскостью, проецируют на плоскость W , получая изображение профильного разреза, рисунок 4.

Горизонтальный разрез— изображение, полученное при мысленном рассечении детали секущей плоскостью параллельной горизонтальной плоскости проекций, и состоящее из фигуры сечения и изображения части детали, расположенной за секущей плоскостью.

Фигуру сечения и то, что расположено за секущей плоскостью, проецируют на плоскость H , получая изображение горизонтального разреза, рисунок 5.

Построение разрезов не влечет за собой изменений других видов, поскольку все действия (рассечение детали плоскостью, условное удаление части детали, находящейся перед секущей плоскостью, проецирование) осуществляются мысленно.

Разрезы позволяют сократить число линий невидимого контура, затрудняющих прочтение сложной формы детали.

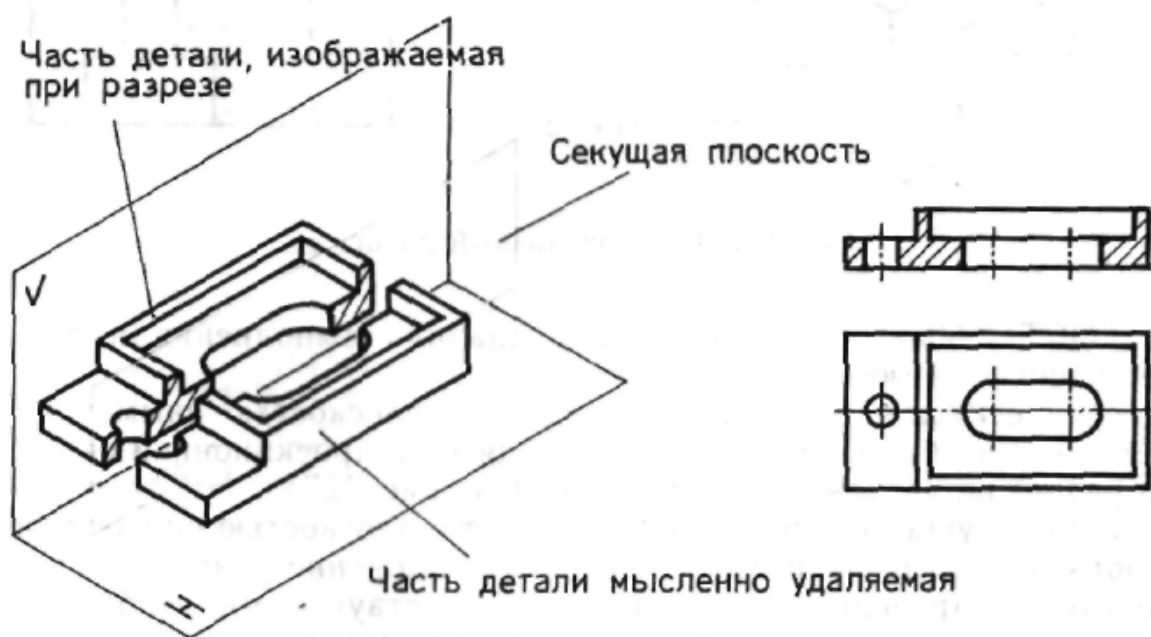


Рисунок 3 - Фронтальный разрез



Рисунок 4 - Профильный разрез

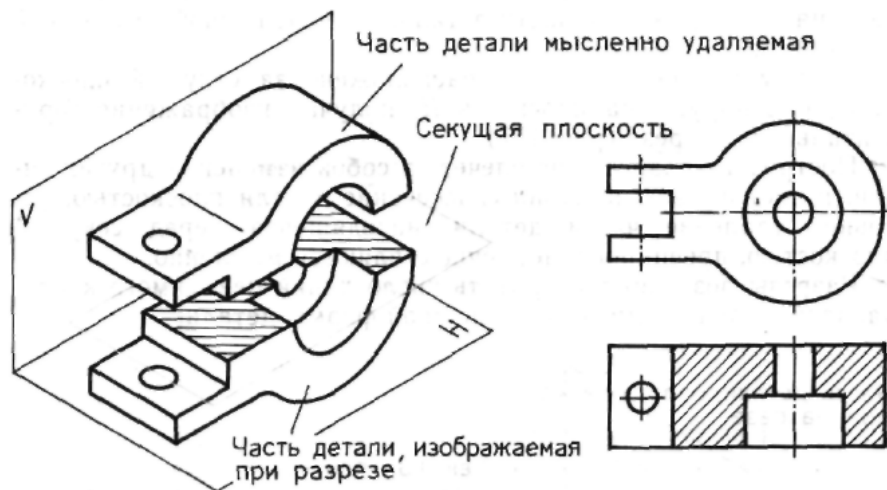


Рисунок 5 - Горизонтальный разрез

ГОСТ 2.305—68 устанавливает правила выполнения и обозначения разрезом:

- если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали, а изображения чертежа находятся в проекционной связи, то разрез на чертеже не обозначают, рисунок 6;

- если секущая плоскость не совпадает с плоскостью симметрии (горизонтальный разрез $B—B$) или изображение разреза не находится в проекционной связи с соответствующими изображениями чертежа, то положение секущей плоскости указывают на чертеже разомкнутой линией (толщина от S до $S/2$). Перпендикулярно к разомкнутой линии проводят стрелки, указывающие направление взгляда, которые наносят на расстоянии 2—3 мм от внешнего конца линии. Разомкнутая линия не должна пересекать контуры изображения. С внешней стороны стрелок наносят буквенное обозначение разрезом. Изображение разреза отмечается надписью типа « $A—A$ », рисунок 6.

Перечисленные правила относятся ко всем простым разрезам.

Рассмотрим сложные разрезы.

Ступенчатым называется сложный *разрез*, образованный двумя и более секущими параллельными плоскостями, рисунок 7, а.

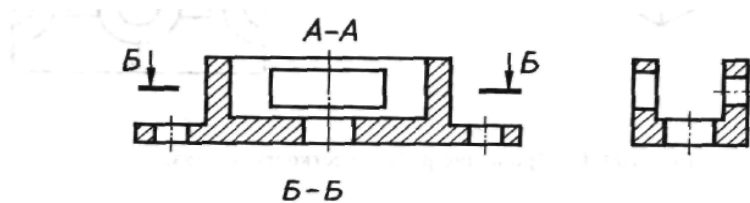


Рисунок 6 - Обозначение разрезов

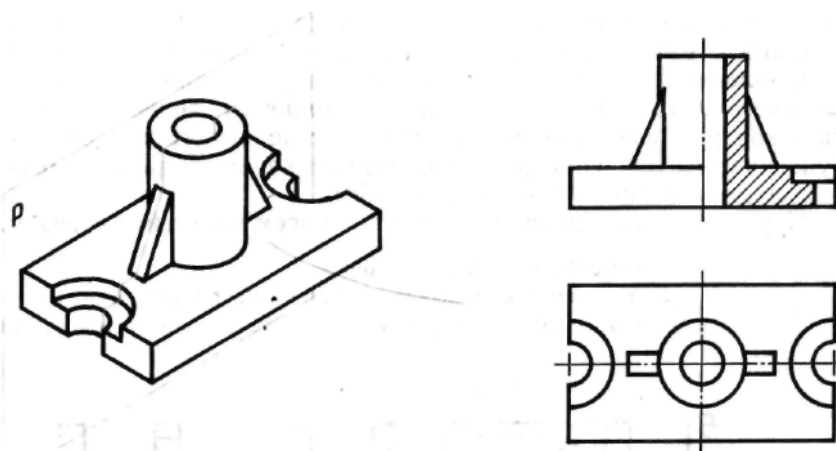
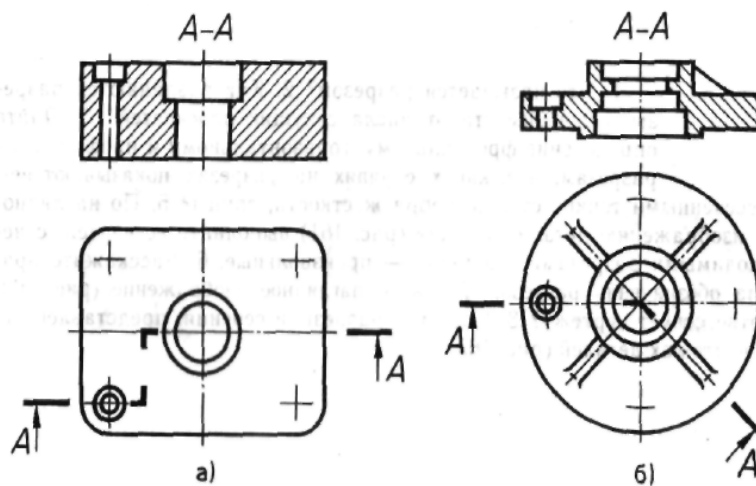


Рисунок 7 - Ступенчатый (а) и ломаный (б) разрезы

Ступенчатые разрезы могут быть фронтальными, профильными и горизонтальными.

Ломаным разрезом называется сложный разрез, образованный двумя пересекающимися плоскостями, рисунок 7, б.

На разрезах тонкие стенки, ребра жесткости, спицы показывают не заштрихованными, если секущая плоскость проходит вдоль оси или длинной стороны элемента детали.

В КОМПАС для обозначения разреза нужно перейти на вкладку «Обозначения» и нажать кнопку «Линия разреза». Для простого разреза достаточно указать курсором положения начального и конечного штрихов, а также направление проецирования. Если разрез сложный, то в панели свойств надо нажать кнопку «Сложный разрез», и курсором указать положение линии пересечения секущих плоскостей, рисунок 7.

Соединение вида и разреза

Соединение частей вида и разреза. Форма многих деталей не всегда может быть выявлена построением только видов, фронтального, горизонтального и профильного разрезов, рисунок 9а. Если форму детали отобразить только видами спереди и сверху, то не будет определено внутреннее устройство детали и глубина выемки. Если выполнить фронтальный разрез и вид сверху детали, то невозможно будет уяснить высоту элемента верхней части детали, называемого бобышкой. В этом случае допускается соединять части вида и разреза, границу между которыми проводят сплошной тонкой волнистой линией, рисунок 9, б.

Бобышка представляет собой выступ на поверхности детали, предназначенный для крепления каких-либо других деталей. Как правило, бобышки имеют цилиндрические резьбовые отверстия или запрессованные резьбовые втулки. Бобышки могут быть прямоугольной или цилиндрической формы.

Соединение половин вида и разреза. На чертежах допускается соединять половину вида с половиной разреза в том случае, если оба изображения — симметричные. Изображения половин вида и разреза разделяются штрихпунктирной осевой линией. При соединении половин вида и разреза вид располагают слева или над осевой линией, а разрез — справа или под ней, рисунок 10.

Есть исключение из рассмотренного правила. Если на чертеже с осью симметрии совпадает изображение ребра, то соединять половину вида с половиной разреза нельзя. В этом случае соединяют часть вида и часть разреза так, чтобы на изображении не исчезла линия контура, рисунок 11.

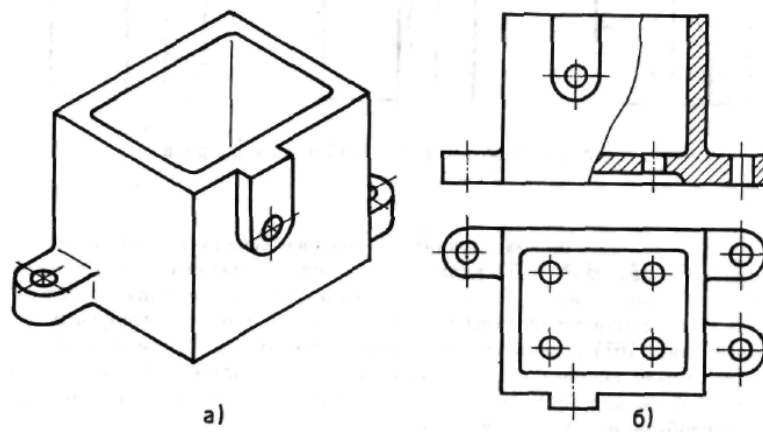


Рисунок 9 - Соединение частей вида и разреза

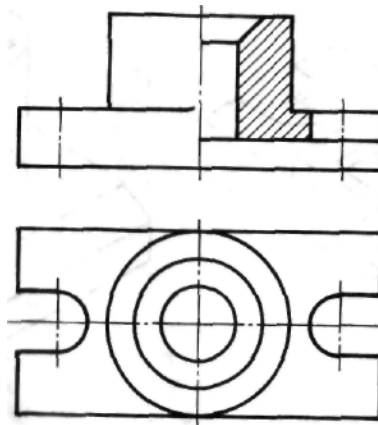


Рисунок 10 - Соединение половин вида и разреза

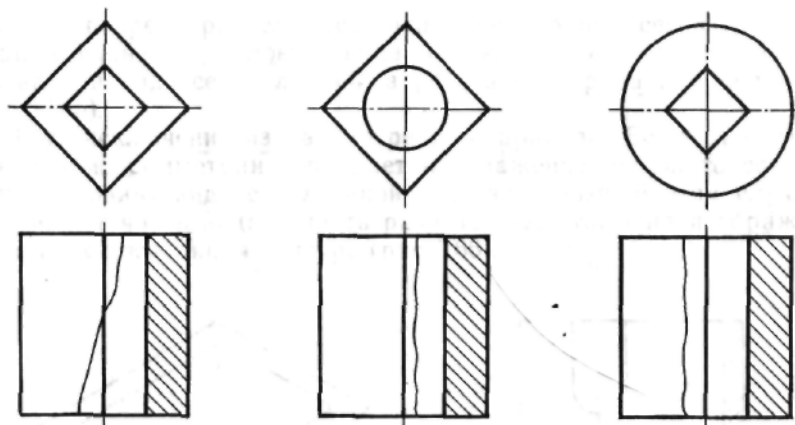


Рисунок 11 - Соединение частей вида и разреза

Разрезы (вырезы) на аксонометрических изображениях деталей

На аксонометрическом изображении так же, как и на изображениях чертежа, применяют разрезы, с помощью которых показывают внутреннее устройство формы: плоскости, отверстия, углубления и т. п.

Секущие плоскости, как правило, выбирают так, чтобы они совпадали с плоскостью симметрии детали, рисунок 12, а или отдельного ее элемента, рисунок 12, б.

На рисунке 12 показаны разрезы на аксонометрических проекциях, полученные с помощью фронтальной и профильной секущих плоскостей, рисунок 12 а, фронтальной и горизонтальной плоскостей, рисунок 12 б.

Если секущая плоскость проходит вдоль тонкой стенки (ребра жесткости) детали, то на аксонометрическом изображении ее сечение заштриховывают, рисунок 12.

Линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям, рисунок 13.

Существует несколько способов построения разрезов в аксонометрических проекциях.

Первый из способов построения разрезов в аксонометрии заключается в том, что вначале по чертежу выполняют аксонометрическую проекцию детали, рисунок 14 а. Затем наносят контуры сечений, образуемые каждой секущей плоскостью. После этого изображение передней части детали, находящейся между секущими плоскостями, удаляют и обводят оставшуюся часть изображения. Наносят штриховку.

Второй способ построения разрезов в аксонометрии заключается в том, что сначала строят аксонометрическую проекцию фигуры сечений по размерам, взятым с чертежа, затем достраивают аксонометрическое изображение (оставшуюся часть детали) рисунок 14 б.

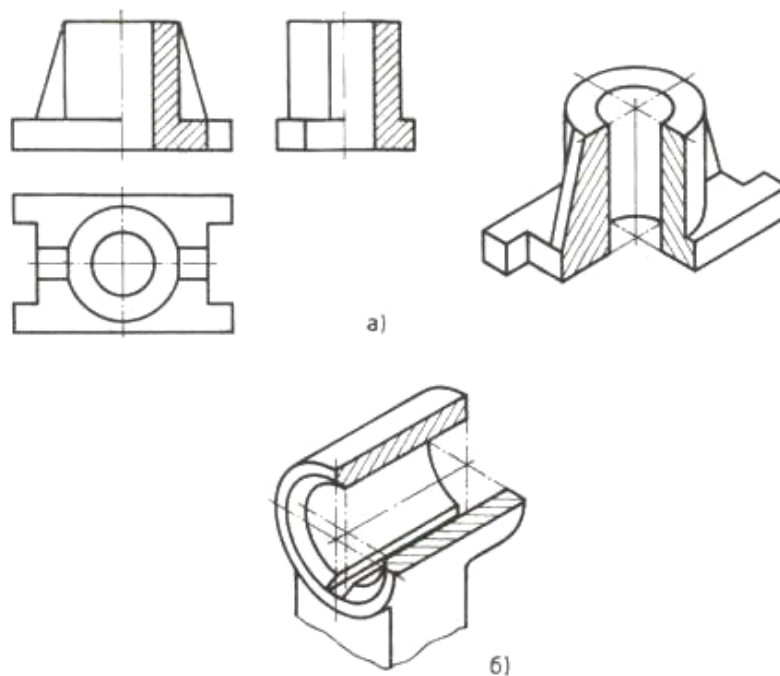


Рисунок 12 - Чертеж детали и ее аксонометрическое изображение с вырезом (Секущая плоскость может совпадать с плоскостью симметрии всей детали (а) или ее элемента (б))

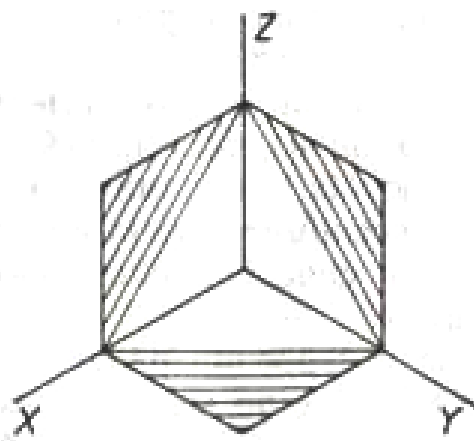


Рисунок 13 - Нанесение штриховки в изометрической проекции

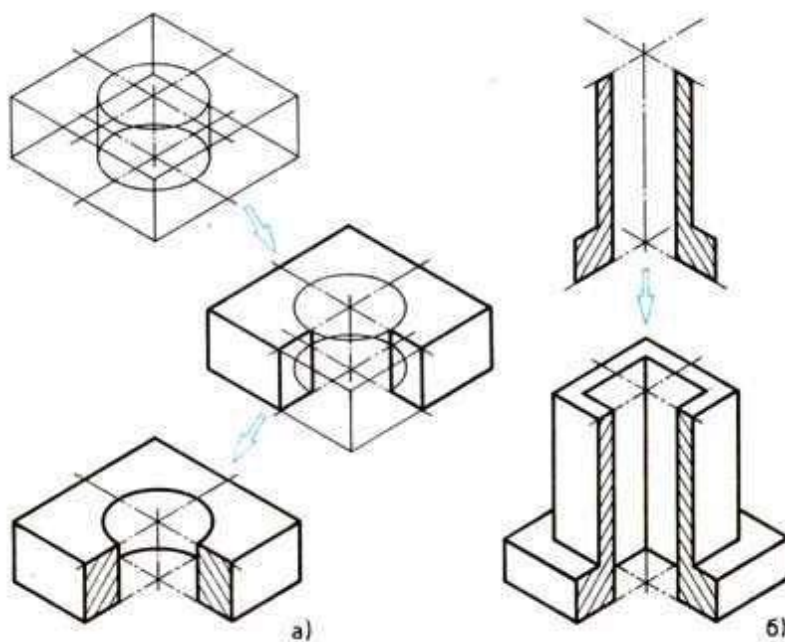


Рисунок 14 - Построение разреза в аксонометрии

Вопросы для самоконтроля:

1. Что называется разрезом?
2. Как различаются разрезы в зависимости от числа секущих плоскостей?
3. Дайте определение фронтальному, горизонтальному и профильному разрезам.

4. В каких случаях на разрезах показывают не рассечёнными тонкие стенки, ребра жесткости, спицы?

5. По наглядному изображению детали «Вилка», рисунок 15 выполните ее чертеж с необходимыми разрезами. Размеры — произвольные.

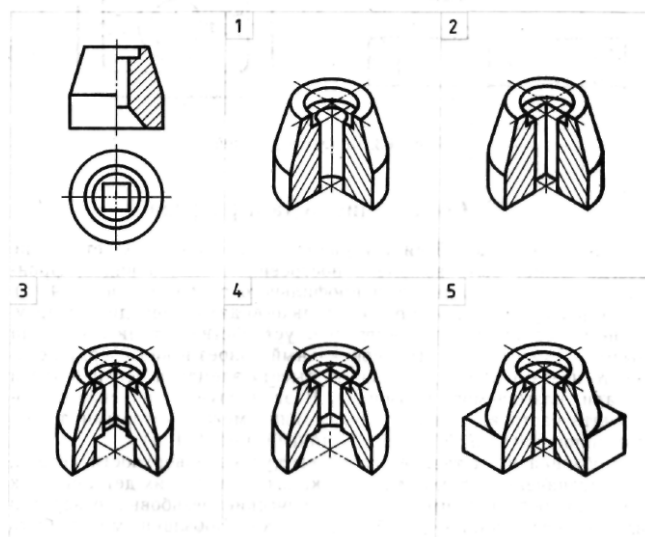
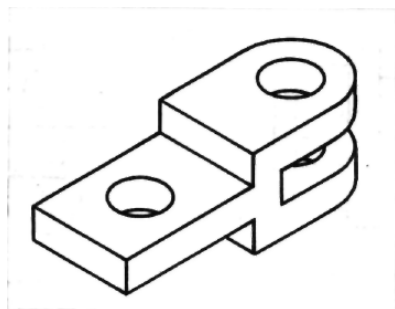


Рисунок 15 - «Вилка»

Рисунок 16 - Графические изображения

6. Расскажите правила обозначения разрезов.

7. Какое наглядное изображение на рисунке 16 соответствует чертежу?

8. Назовите разрезы и сечения, представленные на чертежах деталей на рисунке 17).

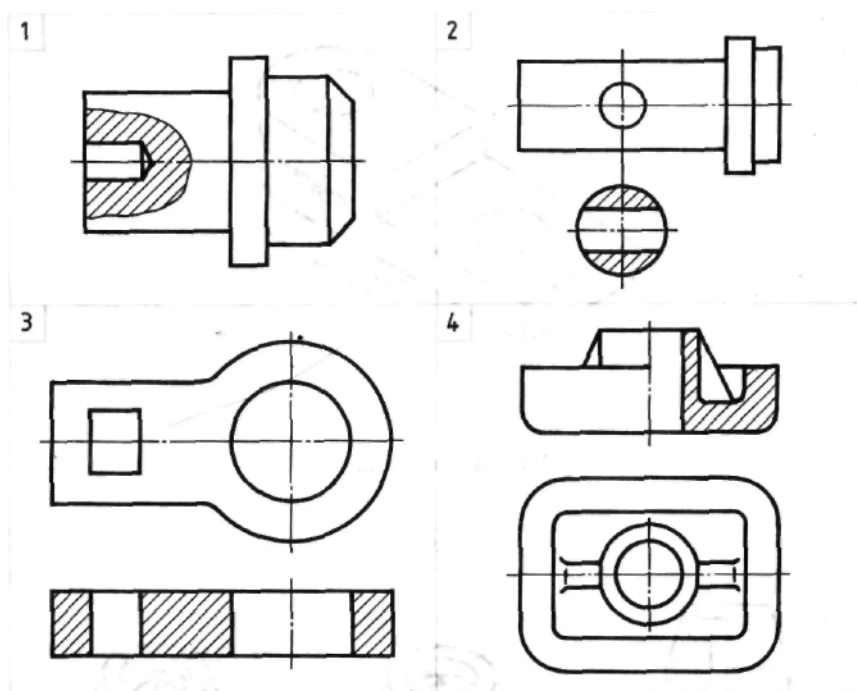


Рисунок 17 - Чертежи деталей

9. В каких случаях на чертеже соединяют части вида и разреза?
10. В каких случаях целесообразно соединять половины вида и разреза?
11. В каких случаях не допускается соединять половины вида и разреза?
12. Рассмотрите форму деталей на рисунке 18 и определите, в каких случаях необходимы простые разрезы, соединения половин вида и разреза или частей вида и разреза для отображения ее формы. Выполните чертежи деталей с использованием необходимых разрезов.

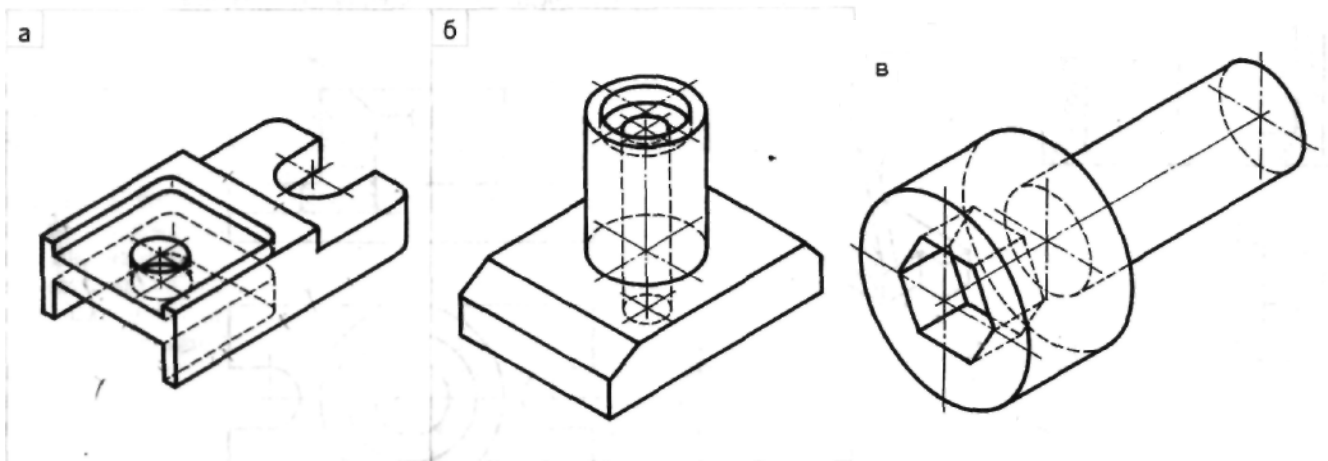


Рисунок 18 - Детали: *а* — «Плита»; *б* — «Опора»; *в* — «Ключ»

13. Каково назначение разрезов в аксонометрических проекциях?
14. Как наносится штриховка на разрезах в аксонометрических проекциях?
15. Постройте прямоугольную изометрическую проекцию четырехугольной призмы с квадратными основаниями 40x40мм и высотой 30 мм со сквозным отверстием в форме шестиугольной призмы (диаметр описанной окружности равен 34 мм). Изображение выполните с разрезом (с вырезом 1/4 части).
16. Постройте прямоугольную изометрическую проекцию четырехугольной призмы с квадратными основаниями 40x40мм и высотой 60 мм со ступенчатым сквозным отверстием: верхняя часть — четырехугольная призма с квадратным основанием 32x32мм и высотой 30 мм, нижняя часть — цилиндр диаметром 32 мм. Изображение выполните с вырезом 1/4 части.
17. По чертежу одной из деталей (рис. 19) выполните изометрическую проекцию с разрезом (с вырезом 1/4 части). Размеры — произвольные.
18. По фигурам сечений рисунка 20 представьте форму детали и достройте ее изометрическую проекцию (задача имеет несколько вариантов решений).

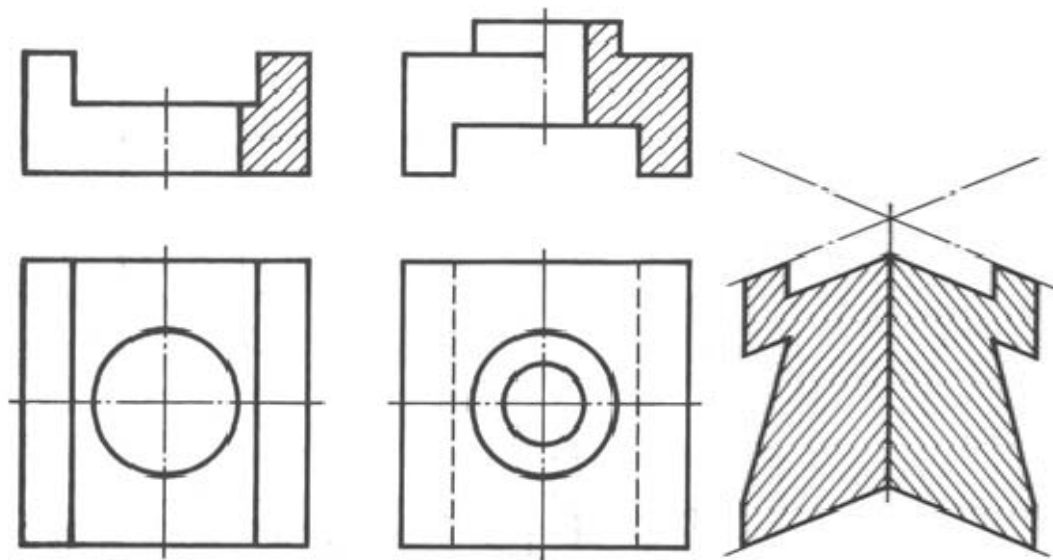


Рисунок 19 - Проекционные чертежи

Рисунок 20 –
Изометрическая
проекция
фигуры сечения

Лекция 7

Сечения.

Производственные чертежи содержат различные типы изображений — виды, разрезы, сечения. ГОСТ 2.305—68 устанавливает правила изображения и обозначения сечений.

Сечением называется изображение фигуры, получающееся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. **На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.** Образование сечений показано на рисунке 1.

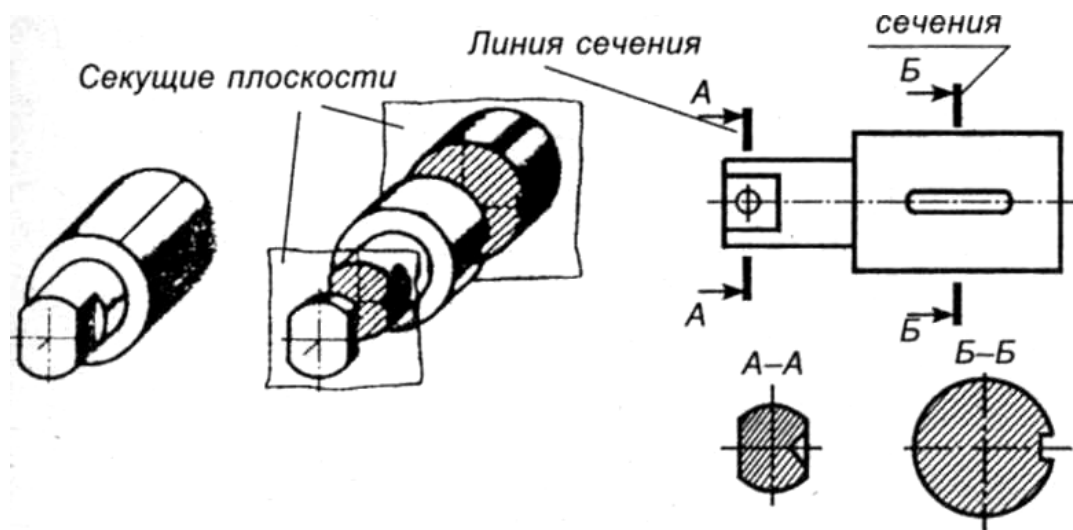


Рисунок 1 - Образование сечений

Сечение, как и разрез, является условным изображением.

Различие между сечением и разрезом при одной и той же секущей плоскости видно из сравнения изображений *I* и *II* на рисунке 2. На изображении *I* представлен разрез детали, а на изображении *II* — сечение. Как видно из чертежа, в сечении изображено лишь то, что находится в самой секущей плоскости. На разрезе помимо этого показано и то, что находится за секущей плоскостью. Сечение на изображении *I* является частью разреза.

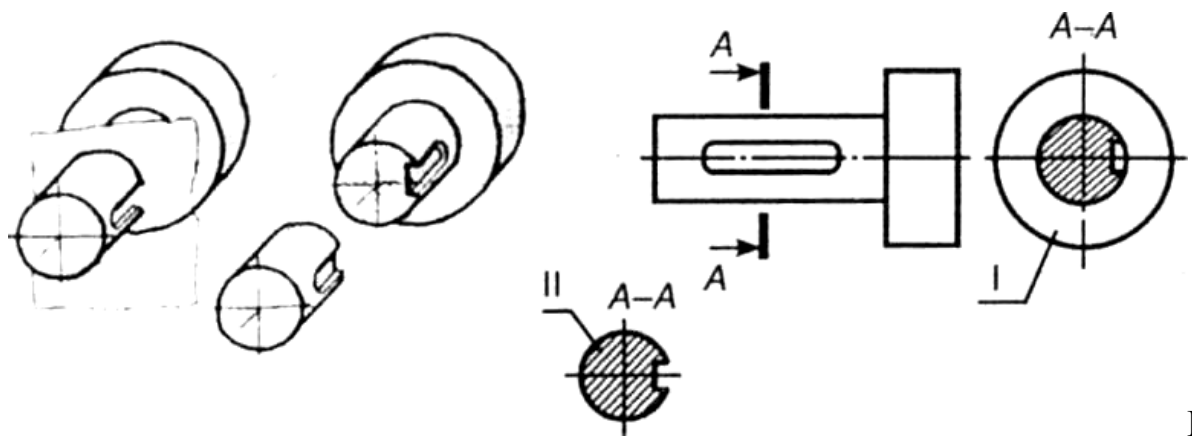


Рисунок 2 - Различие между сечением и разрезом

Различают:

- **сечения, входящие в состав разреза,**
- **сечения, не входящие в состав разреза.**

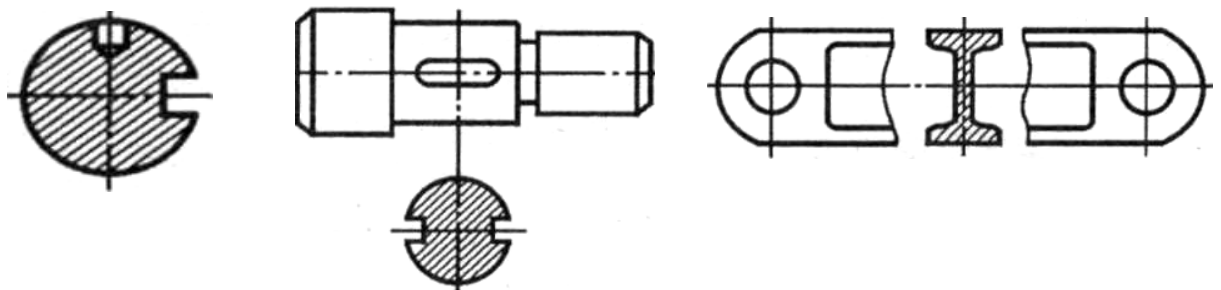
Чтобы получить на чертеже сечение какого-либо предмета, поступают следующим образом:

- в необходимом месте мысленно проводят секущую плоскость;
- фигуру сечения поворачивают параллельно той плоскости проекций, на которой строится сечение;
- в свободном месте поля чертежа вычерчивают сечение, рисунок 1.

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяются на

- **наложенные**
- **вынесенные**, рисунок 3 а, б).

A-A



а

б

в


Рис. 3 Вынесенные сечение (а - на продолжении линии сечения, б – на месте одного из видов, в - между частями одного и того же вида)

Предпочтительно выполнять на чертежах вынесенные сечения, так как наложенные сечения затемняют чертеж, затрудняя его чтение, и на них не допускается нанесение размеров.

Контур вынесенного сечения обводят сплошной основной линией, а наложенного — сплошной тонкой линией.

Вынесенные сечения допускается располагать в любом месте поля чертежа. Оно может быть помещено непосредственно на продолжении линии сечения, рисунок 3 а) или в стороне от этой линии. Вынесенное сечение может быть размещено на месте, предназначенном для одного из видов, рисунок 3 б, а также в разрыве между частями одного и того же вида, рисунок 3 в.

Проекция секущей плоскости задается на изображении разомкнутой линией, штрихи которой не пересекают контур изображения. Штрихи выполняются длиной 8—20 мм.

Перпендикулярно этим штрихам, на расстоянии 2—3 мм от внешнего конца штриха линии сечения, наносят стрелки, указывающие направление взгляда. Около стрелок с внешней стороны концов штрихов наносят прописные буквы русского алфавита, всегда располагаемые так, будто они расположены на горизонтальной строке. Сечение сопровождают надписью по типу *А—А*, *Б—Б* и т. п., рисунок 3 а. Рядом с надписью указываются: масштаб изображения в круглых скобках, если сечение выполнено в масштабе, отличном от масштаба основного изображения, и ставится условное графическое обозначение , если сечение наклонной плоскостью расположено без наклона по отношению к основной надписи чертежа, как показано на рисунке 4.

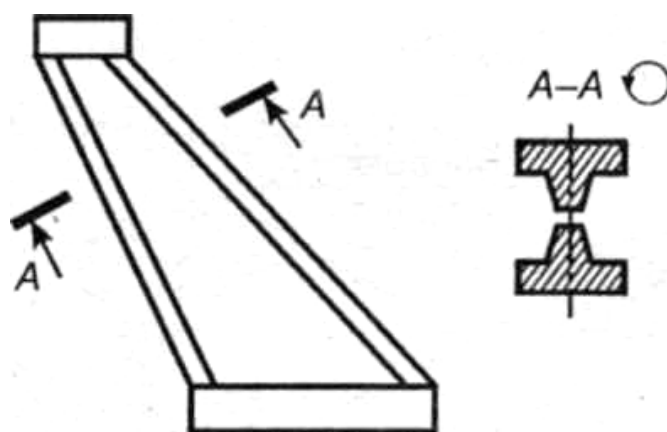


Рисунок 4 - Сечение наклонной плоскостью, расположенное без наклона к основной надписи чертежа

Сечения и разрезы позволяют выявить внешнюю и внутреннюю форму детали, рисунок 5 а, б . Названные изображения получают в результате мысленного рассечения детали секущей плоскостью, положение которой выбирают в зависимости от формы изображаемой детали. Сечения и разрезы дополняют и уточняют геометрическую информацию о предмете и тем самым увеличивают возможности выявления формы изображаемого объекта на чертеже. В некоторых случаях они имеют большую информационную емкость, чем виды. Разрезы и сечения являются проекционными изображениями и выполняются по правилам прямоугольного проецирования.

Деталь проецируют на плоскость проекций V , рисунок 6 а. Затем ее мысленно рассекают секущей плоскостью в том месте, где необходимо уточнить форму изделия. В секущей плоскости получают фигуру сечения. После этого секущую плоскость (вместе с фигурой сечения) мысленно вынимают, поворачивают вокруг вертикальной оси, перемещают параллельно плоскости проекций и совмещают с плоскостью V так, чтобы изображения вида спереди и фигуры сечения не заслоняли друг друга, рисунок 6, б. Обратите внимание на то, что при таком перемещении секущей плоскости вид спереди находится в проекционной связи с сечением. Полученное изображение фигуры сечения называют сечением, выполненным в проекционной связи.

Секущую плоскость с фигурой сечения допускается перемещать в произвольном направлении, совмещая ее с плоскостью проекций, без учета проекционной связи. Такое сечение называется сечением, выполненным на свободном месте чертежа, рисунок 6 в. Сечение можно располагать и на продолжении следа секущей плоскости, рисунок 6 г. Оно называется сечением, выполненным на продолжении следа секущей плоскости.

Если сечение располагается на продолжении следа секущей плоскости, то сечение не обозначается, рисунок 6 г. Если сечение располагается на свободном месте чертежа, то его обозначают надписью типа «А — А» рисунок 6 б, в.

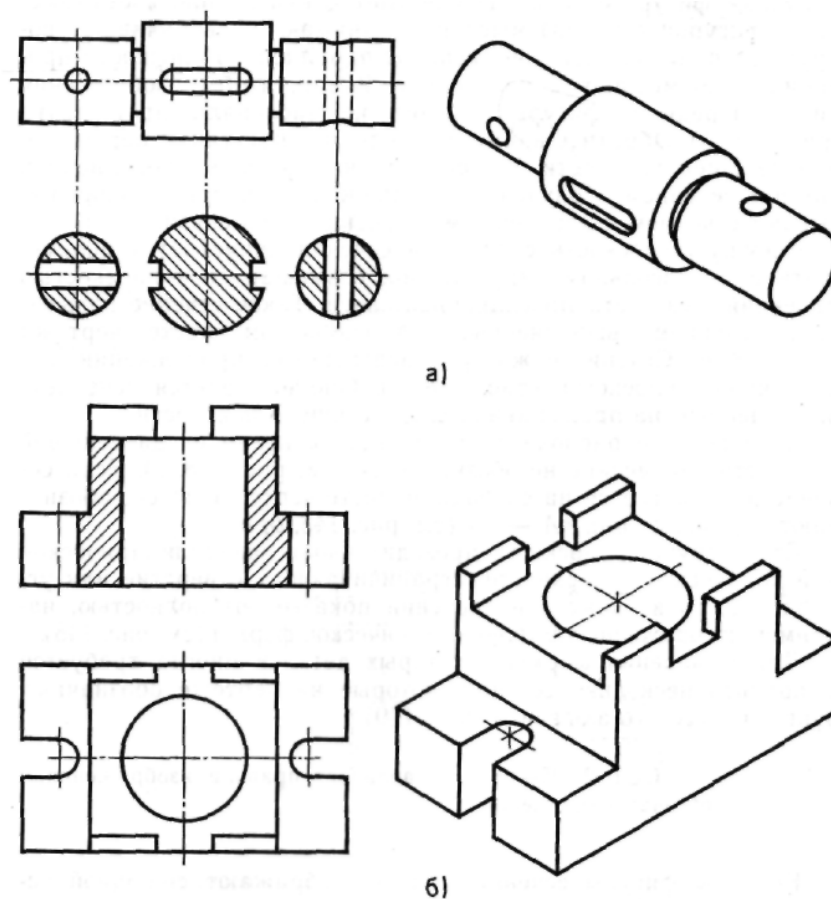


Рисунок 5 - Сечение (а) и разрез (б)

Если секущая плоскость проходит вдоль оси цилиндрической или конической поверхности, ограничивающих отверстие или углубление, то их контур на сечении показывают полностью, например изображение углубления конической формы показано на рисунке 6.

Для выявления формы некоторых деталей иногда требуется выполнить несколько сечений, которые на чертеже обозначают буквами русского алфавита, как показано на рисунке 7.

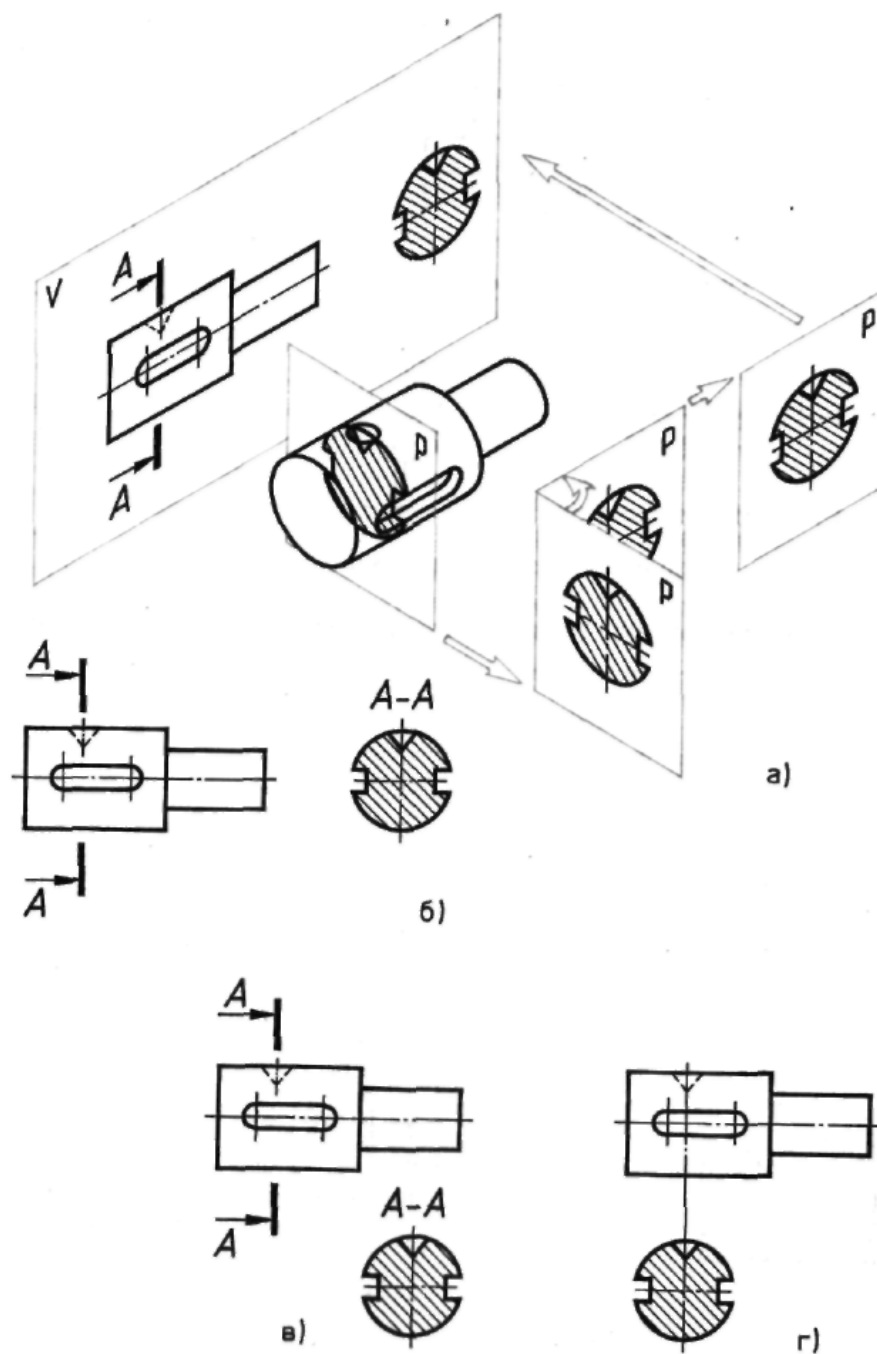


Рисунок 6 - Сечения: *а* - получение сечения; *б* - сечение, построенное в проекционной связи с видом; *в* - сечение, выполненное на свободном месте чертежа; *г* - сечение, выполненное на продолжении следа секущей плоскости

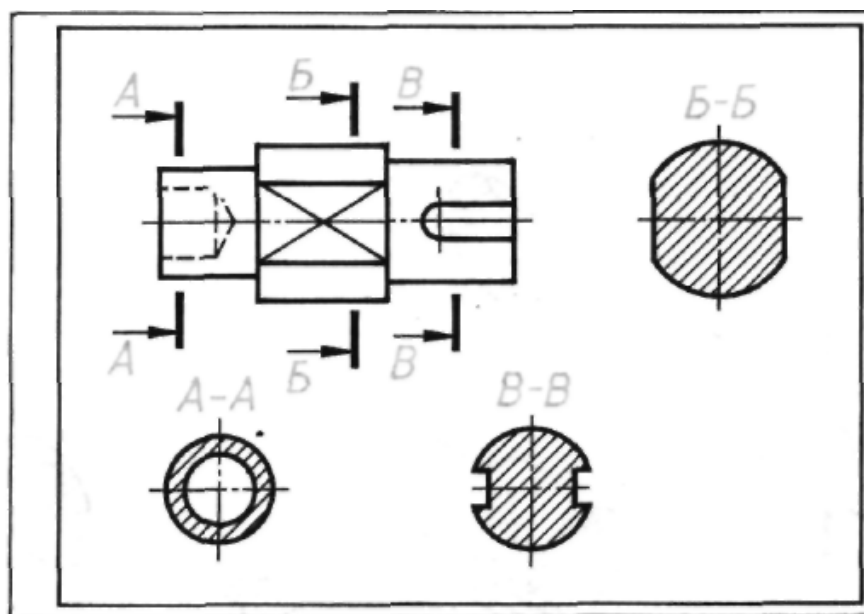


Рисунок 7 - Обозначение сечений буквами русского алфавита

Выносные элементы.

Выносной элемент – дополнительное отдельное увеличенное изображение части предмета, требующее графического и других пояснений в отношении формы, размеров и других элементов. Выносной элемент следует располагать по возможности ближе к соответствующему месту на изображении предмета, место это отмечают замкнутой сплошной тонкой линией (в форме окружности или овала) с обозначением выносного элемента прописной буквой или буквой и арабской цифрой на полке линии-выноски. Над изображением выносного элемента указывают его обозначение и рядом в скобках масштаб, в котором он выполнен, рисунок 8.

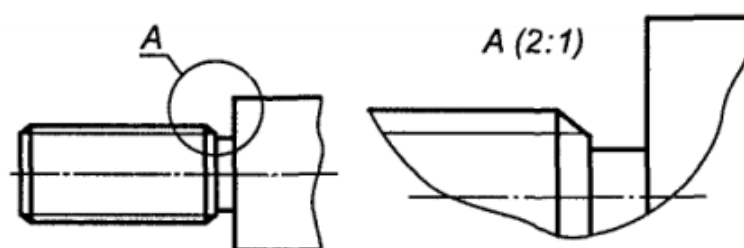


Рисунок 8 - Выносной элемент

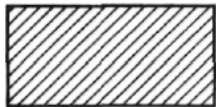
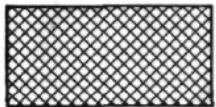
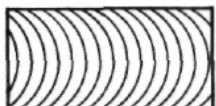

В КОМПАС для создания выносного элемента надо выбрать вкладку «Обозначения» и нажать кнопку «Выносной элемент». После указать курсором центр окружности, которая отмечает выделенное место, положение границы области и положение полки с обозначением. В панели свойств указать обозначение элемента и его масштаб. Затем курсором указать расположение выносного элемента на чертеже. К сожалению, в режиме создания чертежа КОМПАС не умеет автоматически создавать выносной элемент. Поэтому выносной элемент необходимо создать самостоятельно и затем отмасштабировать его с помощью команды «Масштабирование», расположенной на вкладке «Редактирование».

Графическое обозначение материалов и правила их нанесения на чертежах.

Контуры фигуры сечения детали изображают сплошной основной линией. Внутри этих контуров дают условное графическое обозначение материала детали.

Графическое обозначение материалов в сечениях должно способствовать легкому различению деталей, а также показывать вид материала детали, не затрудняя чтение чертежа. Правила графического обозначения и нанесения материала в сечениях на чертежах устанавливает ГОСТ 2.306 – 68. Штриховку выполняют сплошными тонкими линиями. Наклонные параллельные линии штриховки должны проводиться под углом 45° или к линии контура изображения, или его оси, или к линиям рамки чертежа, или к линиям рамки чертежа. Вместо угла 45° допускается использовать углы 30° или 60° . Узкие и длинные площади сечений следует штриховать полностью только на концах и у контуров отверстий, остальную площадь сечения – небольшими участками в нескольких местах. Общее графическое обозначение материалов в разрезах и сечениях должно соответствовать, таблица 1.

Таблица 1. Графические обозначения некоторых материалов на чертежах

Графическое обозначение	Материал	Правила начертания
	Металлы и твердые сплавы	Фигура сечения выделяется штриховкой, проведенной сплошными тонкими линиями под углом 45° к горизонтали. Если линии штриховки совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла 45° следует выбирать угол 30° или 60°
	Неметаллические материалы (резина, пластмасса и пр.)	Линии наносятся под углом 45° с наклоном в правую и левую сторону
	Древесина	Применяется в тех случаях, когда нет необходимости указывать направление волокон
	Стекло и другие светопрозрачные материалы	Линии штриховки наклонены под углом 45°

В КОМПАС штриховка задается из вкладки «Геометрия» ☐ кнопка «Штриховка». В панели свойств окно «Стиль» позволяет выбрать тип материала, а окна «Шаг» и «Угол» - расстояние между штрихами и их наклон.

Вопросы для самоконтроля:

1. С какой целью на чертежах применяют разрезы и сечения?
2. Какие изображения называются сечениями?
3. Дайте названия сечениям в зависимости от их расположения на поле чертежа.

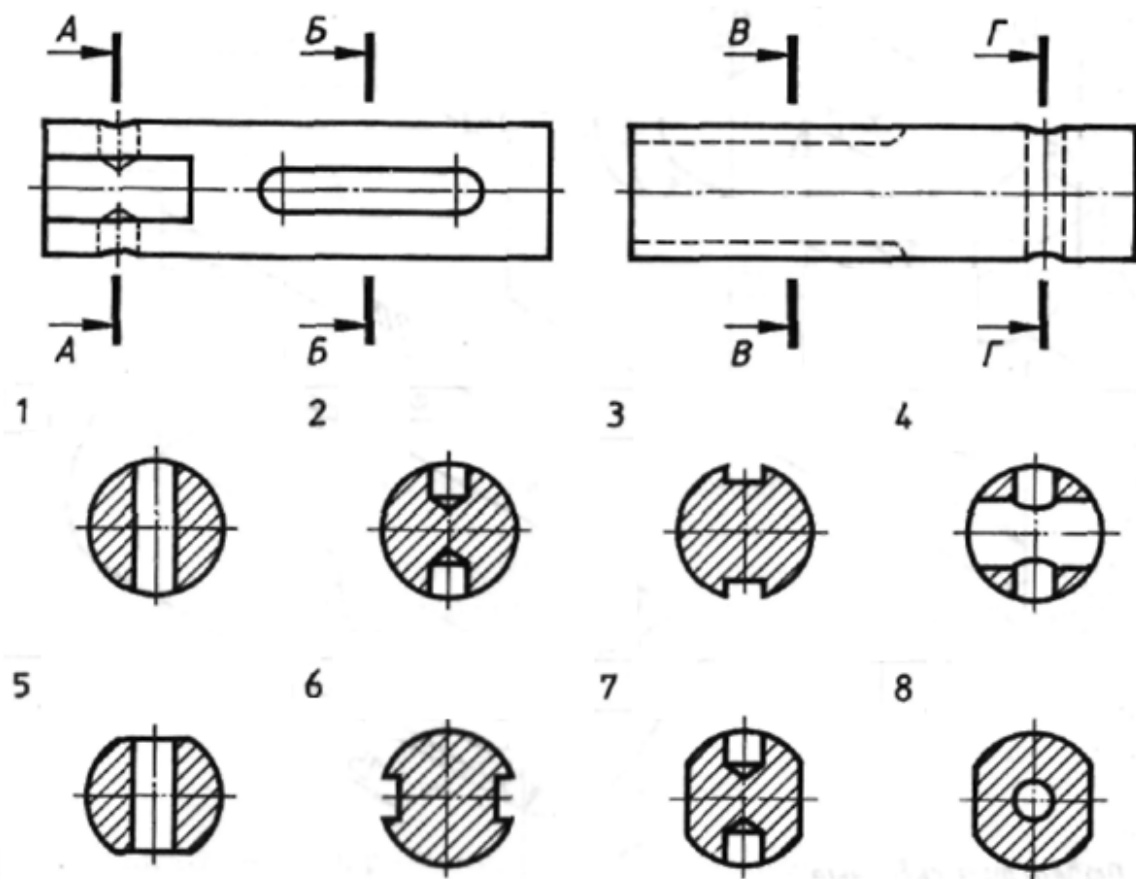


Рисунок 9 - Виды и сечения различных деталей

4. Какие правила изображения сечений на чертежах вы знаете?
5. В каких случаях и как обозначаются сечения на чертежах?
6. В каких случаях сечения не обозначаются?
7. Найдите сечение, соответствующее виду на рисунке 9. Ответ запишите в таблице.

Обозначение на чертеже	Номер сечения
<i>A — A</i>	
<i>Б — Б</i>	
<i>В — В</i>	
<i>Г — Г</i>	

Лекция 8.

Изображение резьбы на чертеже.

В технике находят широкое применение детали, сходные по форме, но отличающиеся по размерам. Размеры многих таких деталей регламентированы стандартами. К таким деталям относятся, например, детали резьбовых соединений (соединения болтом, винтом, шпилькой), а также подвижных (зубчатые передачи) и неподвижных (шпоночные, шлицевые, заклепочные) соединений.

Виды резьб и изображение их на чертежах

В машиностроении, приборостроении и других отраслях промышленности широкое распространение получили разъемные соединения деталей машин, осуществляемые при помощи резьбы различных профилей (треугольного, трапецеидального, прямоугольного, полукруглого и др.).

В основе образования резьбы лежит принцип получения винтовой линии. Если на поверхности цилиндра или конуса прорезать канавку по винтовой линии, то режущая кромка резца образует винтовую поверхность, характер которой зависит от формы режущей кромки. Образование винтового выступа можно представить как движение треугольника, трапеции, квадрата по



поверхности цилиндра или конуса так, чтобы все точки фигуры перемещались по винтовой линии, рисунок 1.

Резьба — это поверхность, образованная при винтовом движении произвольного плоского контура по цилиндрической или конической поверхности.

Резьбу треугольного профиля нарезают обычно на деталях,

Рисунок 1 - Винтовая линия как способ получения резьбы

предназначенных для скрепления, и поэтому ее называют крепежной резьбой.

Резьбы иных профилей, по преимуществу *трапецеидальные* и *прямоугольные*, относятся к ходовым резьбам (резьба на валу для передвижения суппорта токарного станка, резьба на винте машинных тисков, домкратов и др.).

Признаки классификации и виды резьбы:
по форме поверхности:

1) *цилиндрическая резьба* — резьба, образованная на поверхности цилиндра;

2) *коническая резьба* — резьба, образованная на поверхности конуса;

по характеру поверхности:

1) *наружная резьба* — это резьба, образованная на наружной поверхности цилиндра или конуса. В резьбовом соединении наружная резьба является охватываемой поверхностью и наносится на болте (винте и др.);

2) *внутренняя резьба* — это резьба, образованная на внутренней поверхности цилиндра или конуса. В резьбовом соединении внутренняя резьба является охватывающей поверхностью, она наносится на поверхности отверстия в гайке (гнезде и др.);

по направлению резьбы:

1) *правая резьба* — резьба, образованная контуром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль осей в направлении от наблюдателя (подъем винтового выступа на видимой (передней) стороне идет слева направо);

2) *левая резьба* — резьба, образованная контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающиеся вдоль оси в направлении от наблюдателя

(подъем винтового выступа идет справа налево);

по числу заходов (выступов и канавок):

1) *однозаходная резьба* — образованная одной винтовой ниткой;

2) *многозаходная резьба* — образованная двумя, тремя и т. д. винтовыми нитками, рисунок 2.

Винтовая нитка — это выступ винтовой резьбы, образованный одним профилем.

Число заходов резьбы — число ниток, образующих резьбу.

Двух- и трехзаходные винты образуются, если по поверхности перемещаются два и более плоских профиля, равномерно расположенные по окружности относительно друг друга.

На рисунке 3 представлена обобщенная схема типов резьб.

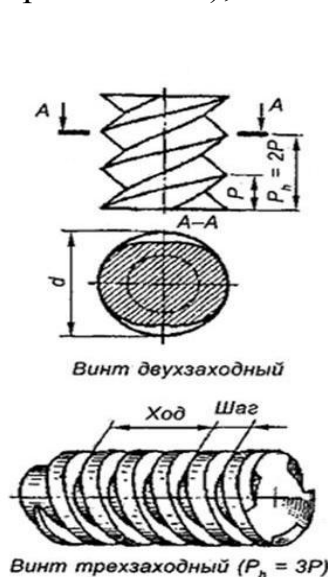


Рисунок 2 - Многозаходная резьба

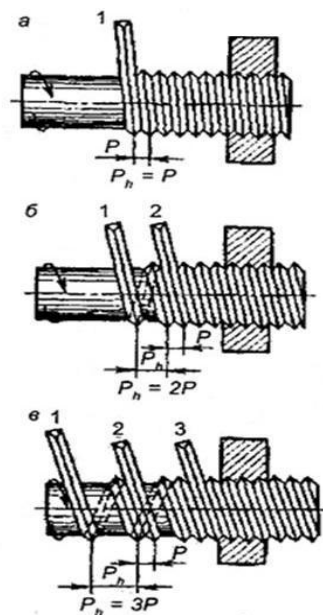


Рисунок 3 - Ход резьбы

одновременно два,

Параметры резьбы

Основными параметрами резьбы являются:

- *наружный диаметр резьбы d (D)* — диаметр воображаемого цилиндра (конуса для конической резьбы), описанного вокруг вершим наружной резьбы или впадин внутренней. Обычно он равняется номинальному диаметру и используется при обозначении резьбы;
- *средний диаметр резьбы d_2 (D_2)* — диаметр воображаемого соосного с резьбой цилиндра, пересекающего витки резьбы таким образом, что ширина выступов резьбы и ширина впадин оказываются равными;
- *внутренний диаметр резьбы d_1 (D_1)*;
- *шаг резьбы P* — расстояние между соответствующими точками двух соседних витков, измеренное параллельно оси резьбы (для конической резьбы - проекция на ось резьбы отрезка, соединяющего соседние вершины профиля резьбы);
- *ход резьбы P_h* — расстояние между соответствующими точками на поверхности винтовой нитки за один оборот контура, измеренное параллельно оси резьбы. Для однозаходной резьбы величина хода винта P_h равна шагу P , рисунок 3а. Для двух - и трехзаходных винтов, когда осуществляется одновременная навивка соответственно двух и трех проволок указанного сечения, величина хода соответственно равняется $2P$ — для двухзаходного винта, рисунок 3б и $3P$ — для трехзаходного, рисунок 3в);
- *угол профиля α* — угол между боковыми сторонами профиля,
- *высота исходного профиля H* получается при продолжении боковых сторон остроугольного профиля до пересечения;
- *высота профиля равная $(5/8)H$* — расстояние между выступом и впадиной профиля в направлении, перпендикулярном оси резьбы, рисунок 4).

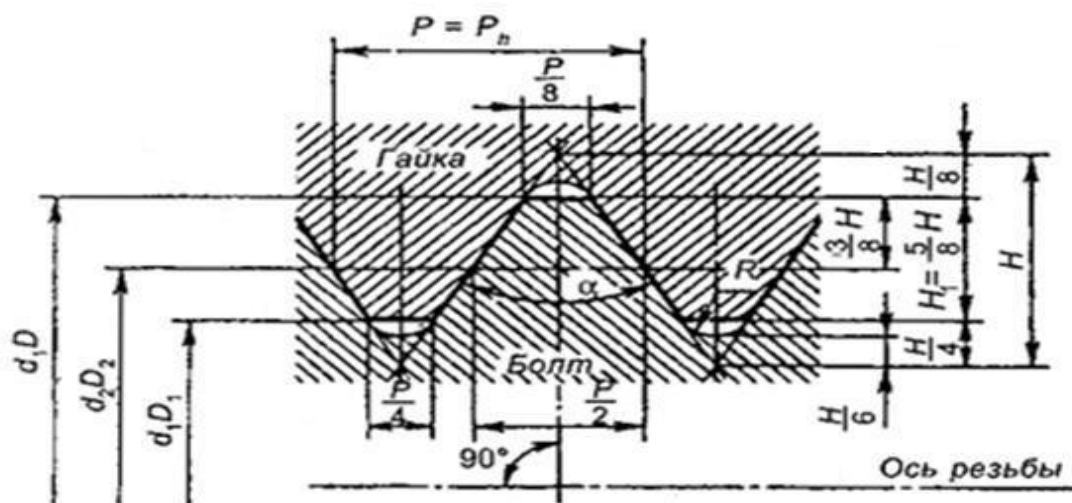


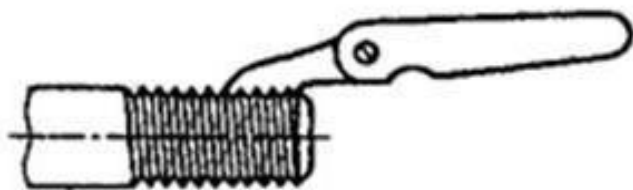
Рисунок 4 - Определение шага резьбы

Обмер резьбы

Для определения основных параметров резьбы производится ее обмер. Обмер резьбы включает в себя определение:

- шага резьбы — для метрической резьбы и числа шагов на дюйм — для резьбы, имеющей профиль дюймовой резьбы;
- наружного диаметра (для стержня) и внутреннего (для отверстия).

Шаг резьбы и число шагов на дюйм определяют с помощью *резьбомеров* с клеймением на наружной поверхности: М 60° — для метрической резьбы и Д 55° — для дюймовой. Резьбомеры представляют из себя набор шаблонов (отдельно для метрической и дюймовой резьб). На каждом шаблоне указано или определенное значение шага резьбы, или значение числа шагов на дюйм.



Шаблон подбирается, таким образом, чтобы одна из пластин резьбомера полностью входила во впадины резьбы. Шаг резьбы или

число шагов на дюйм определяется при совпадении профиля шаблона с профилем резьбы на детали по маркировке на шаблоне, рисунок 4а.

Наружный диаметр (для стержня) и внутренний (для отверстия) определяют с помощью штангенциркуля, рисунок 5.

Сопоставляя данные обмера с табличными в соответствующих стандартах для данного типа резьбы, установив направление витков резьбы (правое или левое) и число заходов, получаем исходные данные для обозначения резьбы.

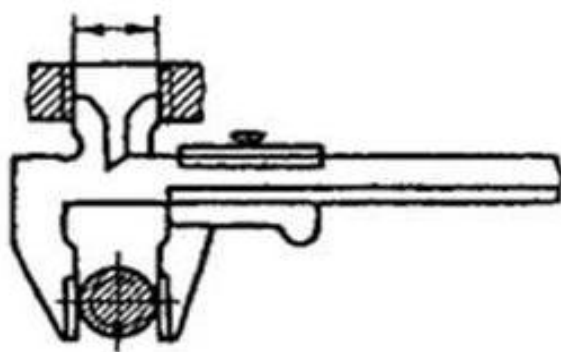


Рисунок 5 - Определение диаметра резьбы с помощью штангенциркуля

Изображение резьбы на чертежах.

При изображении резьбы на чертежах всех отраслей промышленности и строительства в соответствии с ГОСТ 2.311—68 принята условность, когда винтовую линию заменяют двумя линиями

— *сплошной основной* и *сплошной тонкой*. При этом изображение наружной и внутренней резьбы имеет следующие особенности.

Наружная резьба. На стержне резьба изображается сплошными основными линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими — по внутреннему.

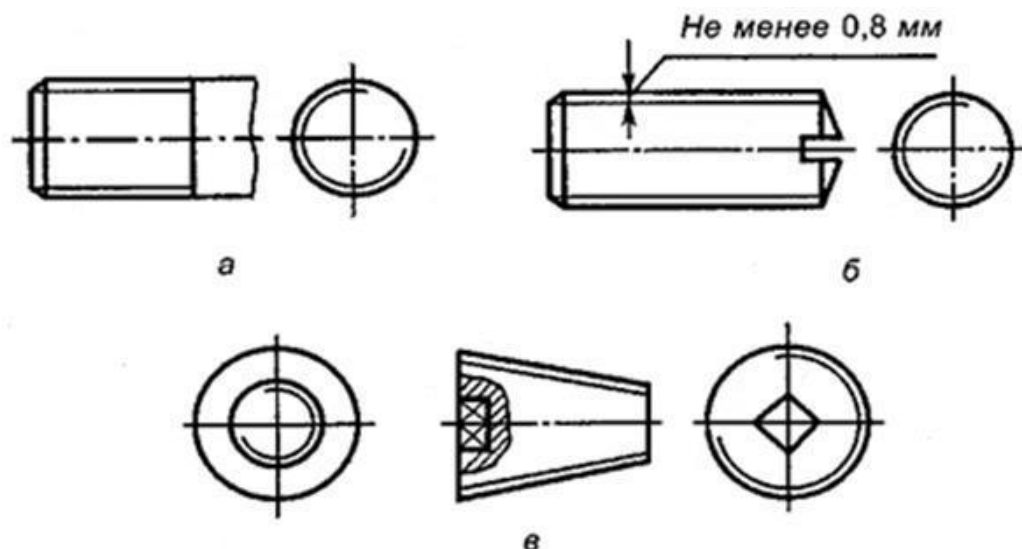


Рисунок 6 - Изображение резьбы на стержне

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, рисунок 6. Сплошная тонкая линия изображения резьбы на стержне должна пересекать линию границы фаски.

На видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $3/4$ окружности, разомкнутую в любом месте (не допускается начинать сплошную линию и заканчивать ее на осевой линии). Расстояние между тонкой линией и сплошной основной не должно быть меньше 0,8 мм и больше шага резьбы. Фаска этом виде не изображается.

Внутренняя резьба. В отверстии резьбу изображают сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями — по наружному диаметру, рисунок 7. Резьба, показываемая как невидимая, должна изображаться штриховыми тонкими линиями одинаковой толщины по наружному и по внутреннему диаметрам.

На разрезах, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси отверстия, сплошная тонкая линия по наружному диаметру резьбы проводится на всю длину резьбы без сбега.

На изображениях, полученных

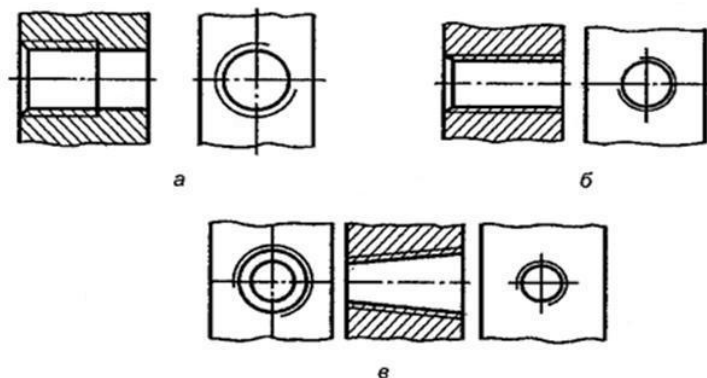


Рисунок 7 - Изображение резьбы в отверстии

проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $3/4$ окружности, разомкнутую в любом месте. Фаску на этом виде не изображают.

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной линией, перпендикулярной к оси резьбы, если она видна, рисунок 8а, 8б, и штриховой тонкой, если резьба изображена как невидимая, рисунок 8в.

Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержне и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т. е. в обоих случаях до сплошной толстой основной линии, как на рисунках 7-9.

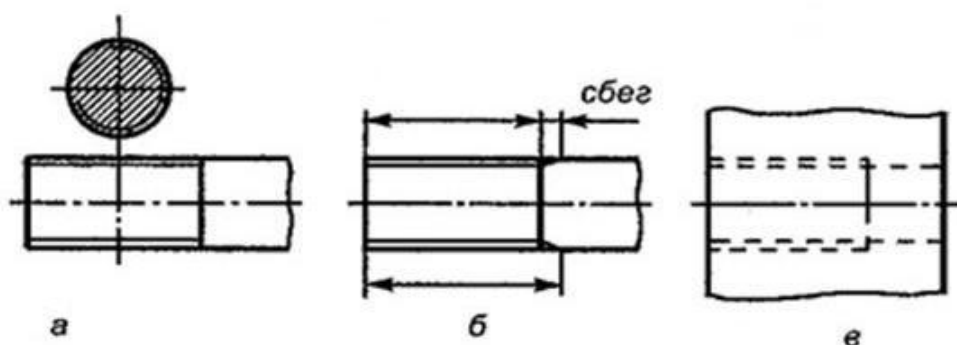


Рисунок 8 - Сбег резьбы



Рисунок 9 - Сбег резьбы

Сбег резьбы при необходимости изображают сплошной тонкой линией, рисунки 8б; 9, 10.

Из технологических соображений на части стержня может быть осуществлен недовод резьбы.

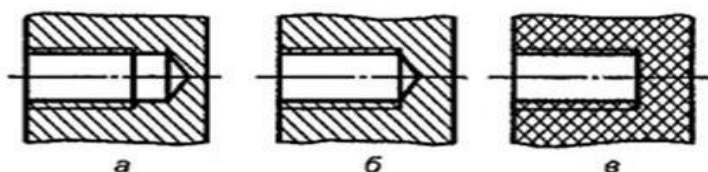


Рисунок 10 - Недовод резьбы

Рисунок 11 - Изображение глухого резьбового отверстия

Суммарно недовод резьбы и сбеги представляют собой недорез резьбы, рисунок 10. Размер длины резьбы указывается, как правило, без сбега.

Пример приостановки размера длины резьбы без сбега и со сбегом представлен на рисунке 9. Пример приостановки размера сбега — на рисунке 8б.

Глухое отверстие с резьбой называют гнездом. Конечная часть гнезда, выполненная сверлением, обычно имеет форму конуса с углом при вершине 120° , рисунки 11а, 11б. Если конец резьбы располагается близко к дну глухого отверстия, то допускается изображать резьбу до конца отверстия, рисунок 11б). Допускается изображать резьбу до конца отверстия на чертежах, по которым резьбу не выполнять. На рисунке 11в показано изображение резьбы в пластмассовых деталях.

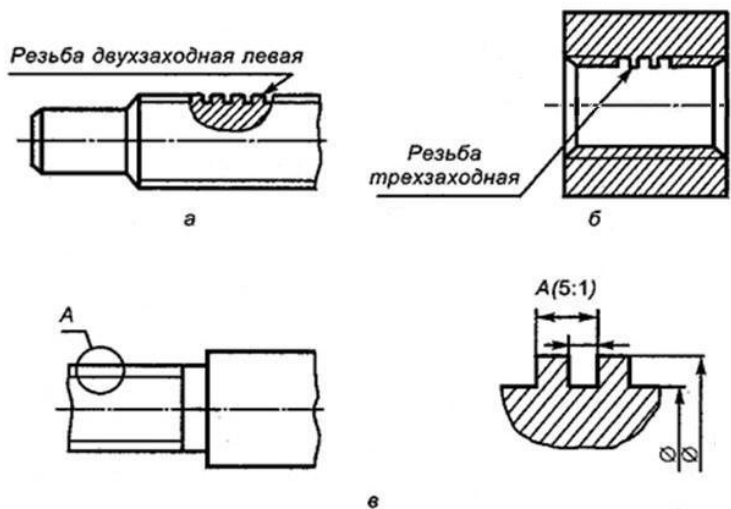


Рисунок 12 - Изображение резьбы с нестандартным профилем

Если на чертеже необходимо показать профиль резьбы (резьба с нестандартным профилем или специальная резьба), то следует применять местный разрез, рисунок 12а, выполнять профиль резьбы на разрезе, рисунок 12б, или изображать

участок профиля в увеличенном виде как выносной элемент, показаны на

рисунке 12в.

На разрезах резьбового соединения в изображении на плоскости, параллельной его оси, в отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой ввернутого в него стержня, как изображено на рисунке 13, 14.

Резьба метрическая. Профиль метрической резьбы (ГОСТ 9150 — 2002)

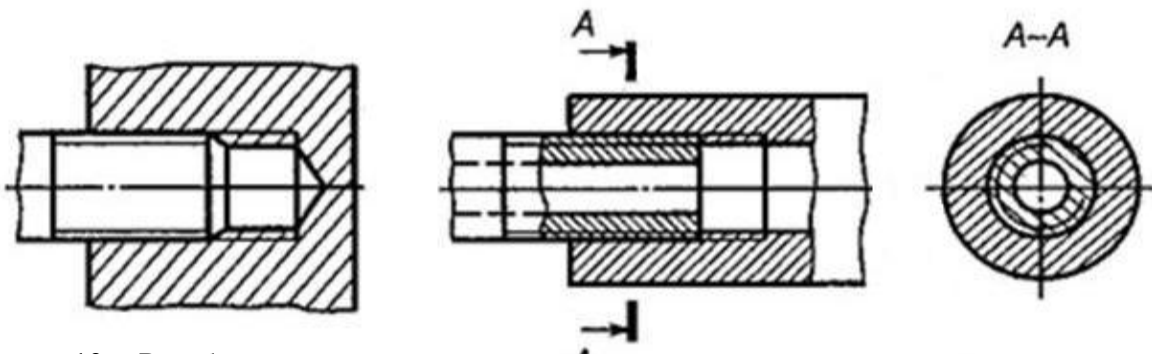


Рисунок 13 - Резьбовое соединение деталей

Рисунок 14 - Соединение деталей с помощью резьбы

представляет собой равносторонний треугольник с углом профиля, равным 60° . форма впадины резьбы может быть как плоско срезанной, так и закругленной. Для болта предпочтительнее закругленная форма впадины. Стандартом установлены размеры метрической резьбы для диаметров от 1 до 600 мм.

Метрическая резьба подразделяется на:

- резьбы с *крупным шагом*;
- резьбы с *мелким шагом*.

Шаг и глубина метрической резьбы с мелким шагом меньше, чем резьбы с крупным шагом при одном и том же наружном диаметре. Резьбы с мелким шагом применяются в тонкостенных соединениях для увеличения их герметичности, для осуществления регулировки в приборах точной механики и оптики, с целью увеличения сопротивляемости деталей самоотвинчиванию.

Метрическая резьба с крупным шагом обозначается буквой М и номинальным диаметром, например: М 24; М 64.

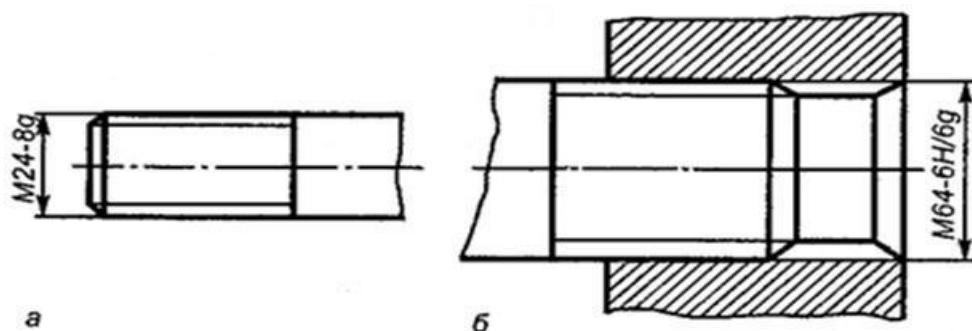


Рисунок 15 - Обозначение поля допуска резьбы

При необходимости указывается поле допуска резьбы, как на рисунке 15.

Метрическая резьба с *мелким шагом* обозначается буквой М, номинальным диаметром и шагом: М 10 × 0,75; М 36 × 1,5.

Пример обозначения метрической резьбы с мелким шагом на чертежах показан на рисунке 16.

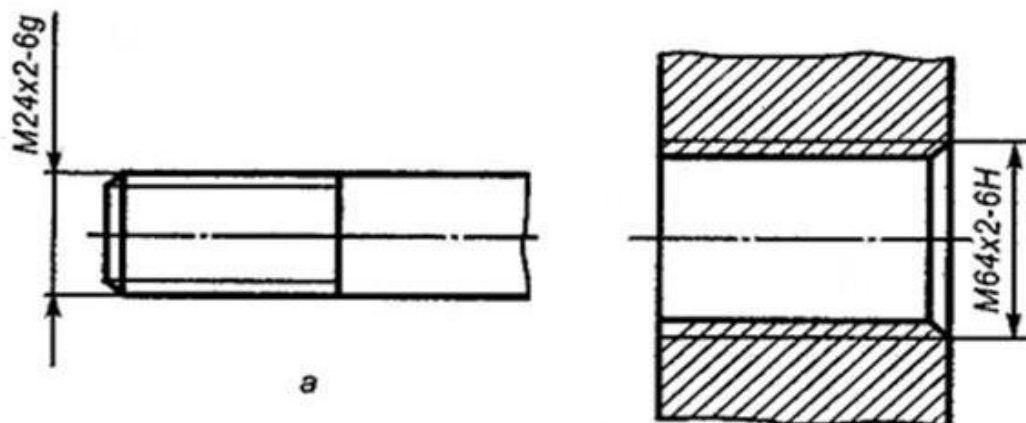


Рисунок 16 - Изображение резьбы с мелким шагом

Для *левой* резьбы после условного обозначения ставят буквы LH например:

M 10 LH; M 36 × 1,5 LH.

В обозначении *многозаходной* резьбы указывается число заходов, например:

M 24 × 3 (P1) LH,

где M — тип резьбы, 24 — номинальный диаметр, 3 — число заходов резьбы, P 1 — шаг резьбы, LH — левая.

На чертеже резьбу обозначают по номинальному диаметру.

Метрическая коническая резьба обозначается буквами МК, остальные обозначения аналогичны обозначению цилиндрической метрической резьбы, например:

МК 20; МК 32 × 1,5.

Вопросы для самопроверки:

1. Как называют типы резьб в зависимости от их профиля и назначения.
2. В чем заключается условность изображения деталей, имеющих резьбу.
3. Как изобразить и обозначить метрическую резьбу с мелким шагом в отверстии при условии, что наружный диаметр резьбы 24 мм, а шаг – 2 мм.
4. Обозначить трубную резьбу на трубе, которая имеет диаметр отверстия «В свету» один дюйм.
5. Какая разница между ходом и шагом резьбы.

Лекция 9.

Резьбовые соединения деталей.

К крепежным деталям относятся: *болты, гайки, винты, шпильки, шайбы, штифты, шпонки* и др.

Болты являются наиболее часто встречающимся видом крепежных деталей с резьбой.

Болтом называется резьбовое изделие, служащее соединительной деталью для разъемного соединения и представляющее собой стержень, снабженный резьбой для гайки на одном конце и головкой на другом.

Резьба может выполняться способом накатки или с помощью резьбовых резцов и гребенок на токарно-винторезных станках. Так как нарезание резьбы резцами отличается невысокой производительностью, этот способ применяется в мелкосерийном и индивидуальном производстве, а также при изготовлении точных винтов, калибров, ходовых винтов.

При выполнении резьбы способом накатки диаметр не нарезанной части болта равняется диаметру резьбы.

Болты различаются:

- *по форме и высоте головок;*
- *по точности изготовления.*

В разделе «Резьбовые детали» представлены конструктивные изображения болтов, шпилек, винтов и гаек.

Условные и упрощенные изображения крепежных деталей установлены ГОСТ 2.315—68. В соответствии со стандартом на сборочных чертежах и чертежах общих видов изображение крепежных деталей (упрощенное и условное) выбирается в зависимости от назначения и масштаба чертежа.

Соединения болтом

Болтовое соединение представляет собой узел, состоящий из болта, гайки, шайбы и скрепляемых деталей. В деталях, подлежащих соединению, просверливается отверстие диаметром равным $d_2 = (1,05 \dots 1,1) d$. В отверстие вставляют болт, на него надевают шайбу и навинчивают гайку.

На рисунке 1 показано упрощенное *а* и условное *б* изображение соединения болтом и приведены соотношения размеров деталей.

Особенности упрощенного изображения болтового соединения:

- резьбу изображают на всем стержне болта;
- стержень болта изображают без фасок;
- шестигранные гайки и головки болтов изображают без фасок;
- не показывают зазор между стержнем болта и отверстием, если для этого нет особых причин.

Рабочую длину болта l определяют как:

$$l = l + 1,3d,$$

где l — толщина скрепляемых деталей; $1,3d$ — величина, учитывающая высоту гайки, шайбы и запас длины стержня болта.

При выполнении резьбовых соединений на чертеже задают только три размера:

- диаметр резьбы d ;
- длину болта l ;
- диаметр отверстия d_2 в скрепляемых в деталях.

На главном виде принято изображать головку болта и гайку с тремя гранями.

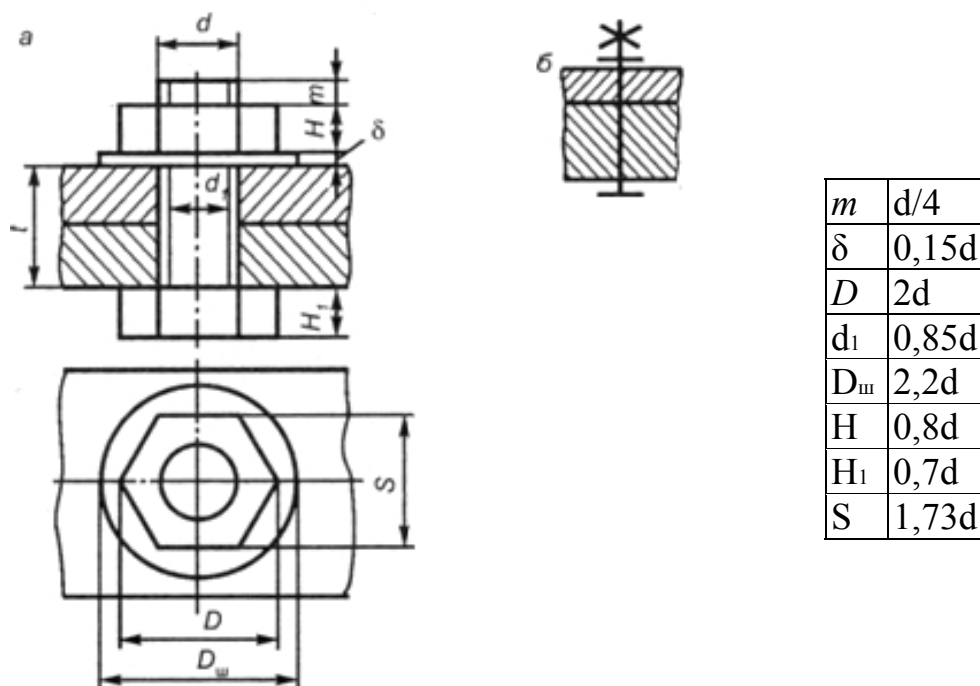


Рисунок 1 - Условное изображение соединения болтом и соотношения размеров деталей

Вопросы для самопроверки

1. Какую деталь называют болтом.
2. Из каких деталей состоит болтовое соединение?
3. Как подсчитать длину болта для соединения деталей?
4. Какие размеры указываются на чертеже болтового соединения?
5. Что входит в условное обозначение болта.
6. Назовите условные соотношения, по которым вычерчиваются на сборочном чертеже: а) болт; б) гайка; в) шайба.
7. Какие типы болтов применяются в машиностроении и в каких исполнениях.

Соединения шпилькой.

Соединения шпилькой применяются в тех случаях, когда в конструкции нет места для размещения головок болтов либо когда одна из соединяемых деталей имеет значительную толщину и нецелесообразно сверлить глубокие отверстия для установки болтов большой длины. Кроме экономии в габаритах, соединения шпилькой облегчают вес конструкции.

Соединение шпилькой — это узел, состоящий из шпильки, гайки, шайбы и скрепляемых деталей, рисунок 2. В одной из соединяемых деталей сверлят глухое отверстие-гнездо, в котором нарезают резьбу. Во второй скрепляемой детали выполняют сквозное отверстие диаметром, несколько большим диаметра шпильки ($1,1d$, где d — диаметр шпильки). Шпилька одним резьбовым концом завинчивается в резьбовое отверстие, а на верхний ее резьбовой конец свободно надевается скрепляемая деталь. На выступающий конец шпильки надевается шайба и навинчивается гайка. Глубина глухого отверстия должна быть несколько больше, чем длина завинчиваемого конца шпильки, т. е. не допускается упирание конца шпильки в дно отверстия.

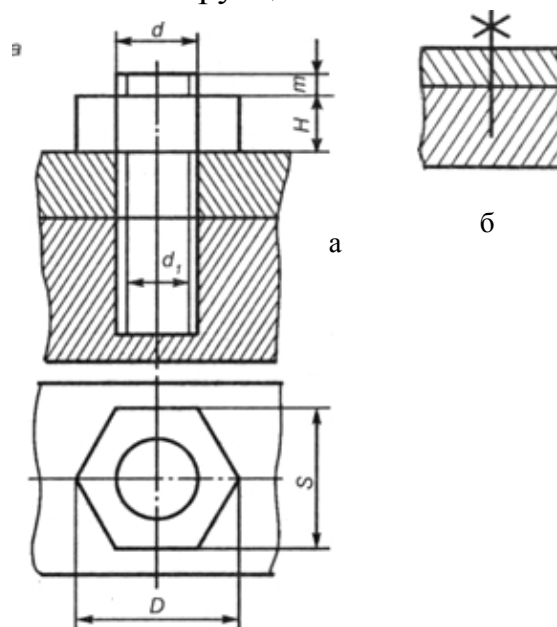


Рисунок 2 - Условное изображение соединения шпилькой и соотношения размеров деталей

Соединение шпилькой и отдельные его элементы могут быть вычерчены по размерам, взятым из соответствующих стандартов, либо по условным соотношениям. На сборочных чертежах рекомендуется вычерчивать шпилечное соединение по условным соотношениям, т. е. в зависимости от диаметра резьбы шпильки d .

На рисунке 2а представлено упрощенное изображение соединения шпилькой с одинаковыми номинальными диаметрами резьбы и гладкой части и приведены условные соотношения размеров, по которым оно вычерчивается.

Основные отличия упрощенного изображения соединения от конструктивного:

- резьбу показывают на всей длине стержня;
- шпилька изображается без фасок;
- граница резьбы показывается только на посадочном конце;
- не чертят шайбу.

Длина резьбового конца принимается равной $1,25d$ и $2d$ в зависимости от материала детали, в которой нарезана резьба.

При вычерчивании упрощенных шпилечных соединений следует обратить внимание на следующее:

- линия раздела скрепляемых деталей должна совпадать с границей резьбы ввинчиваемого резьбового конца шпильки;
- на сборочных чертежах допускается изображать резьбу до конца гнезда, несмотря на то, что кроме сбега резьбы, равного $2P$, остается недорез резьбы, равный AP ;
- на чертежах шпилечного соединения указывают три размера: диаметр резьбы, длину шпильки и диаметр отверстия в скрепляемой детали.

m	$d/4$
D	$2d$
h	$0,85d$
H	$0,8d$
S	$1,73d$

Для шпилек, диаметр стержня которых менее 2 мм, применяется условное изображение в сечениях, рисунок 2б.

Вопросы для самопроверки:

1. Из каких деталей состоит соединение шпилькой?
2. По каким условным соотношениям вычерчивается шпилька и гнездо под шпильку?
3. По какой формуле подсчитывается длина шпильки?
4. По какой формуле подсчитывается диаметр отверстия в скрепляемой детали?
5. Чему равно расстояние от конца шпильки до конца резьбы в гнезде?

Соединения винтом

Винты применяются для неподвижного скрепления двух деталей (крышка к корпусу) или для предотвращения смещения одной детали относительно другой (шкив и вал).

Винтовое соединение — это узел, состоящий из винта и скрепляемых деталей. В детали, к которой производится крепление, высверливается гнездо, в котором нарезается резьба. В присоединяемой детали сверлят отверстие диаметром, несколько большим диаметра винта ($1,1 d$, где d — диаметр винта). Винт свободно проходит через присоединяемую деталь и ввинчивается в деталь крепления.

Коническая головка винта устанавливается в специальном раззенкованном отверстии в детали

Нам показано упрощенное изображение резьбовых соединений. Условные соотношения размеров, по которым вычерчиваются винты, болты, шпильки приведены в таблице 7.

Условности, принятые при вычерчивании винтового соединения:

- линии раздела соединяемых деталей должны быть ниже границы резьбы винта приблизительно на AP ;
- шлиц изображается одной линией, если головка винта менее 12 мм;
- длина гнезда под винт в детали принимается равной $(2d + 6) + AP$, где AP —запас под недовинчивание винта.

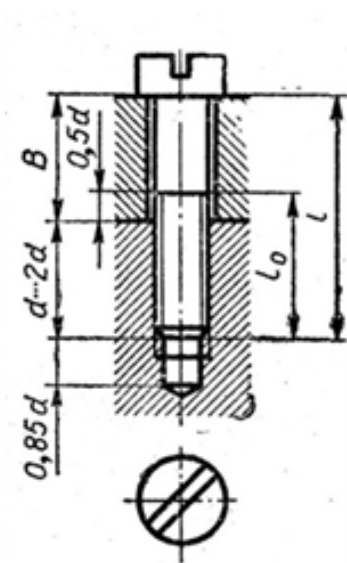


Рисунок 3 - Упрощенное изображение винтового соединения

Вопросы для самопроверки:

1. Какие поверхности шлицев являются рабочими?
2. Какие существуют способы центрирования вала в шлицевых соединениях?
3. Что указывается в условном обозначении шлицевых соединений на чертежах?
4. Как изображают на чертеже шлицы в соединении вала с отверстием?

Таблица 7

Конструктивное, упрощенное и условное изображения соединений деталей болтом, винтом и шпилькой

Изображение соединения деталей				
Натуральное	Конструктивное (по действительным или условным соотношениям)	Упрощенное	Условное	
Болтом 			в сечениях	на видах
Винтом 				
Шпилькой 				

Трубные соединения.

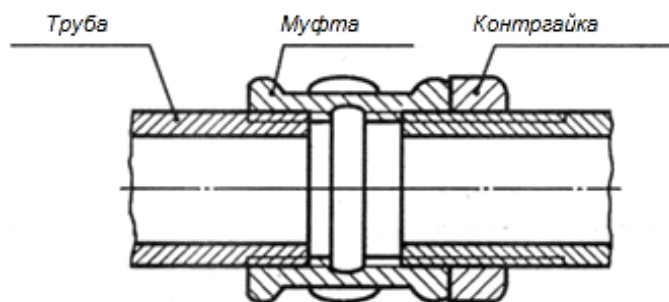


Рисунок 4 - Соединение труб муфтой

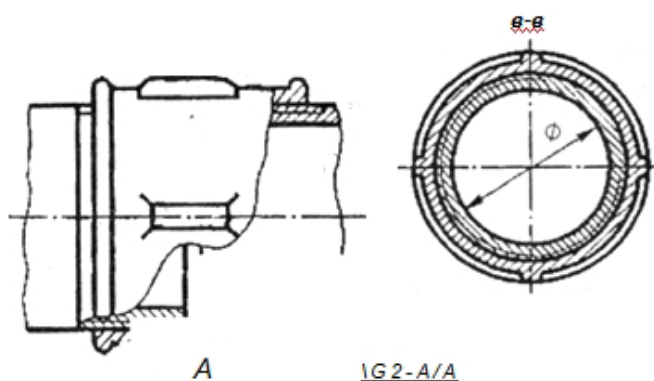


Рисунок 5 - Соединение муфтой

соединения, выполненные муфтами, на рисунке 6 — угольником. На чертежах соединительных частей трубопроводов в обозначении *трубной резьбы* указывают не наружный диаметр резьбы, как для других стандартных резьб, а *размер внутреннего диаметра трубы* (и притом условный), на которой нарезается резьба. Наружный диаметр трубы получается большим на удвоенную величину толщины стенки трубы.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие соединительные части для трубопроводов вы знаете?
2. Какой диаметр указывается в обозначении *трубной резьбы*?
3. Как подсчитывается наружный диаметр труб?

Трубные соединения, осуществляемые с помощью муфт, угольников, тройников, крестовин и т.д., относятся к резьбовым соединениям. Соединительные части трубопроводов имеют резьбу в

отверстиях, а трубы — снаружи на концах.

Трубные соединения

применяются в коммуникациях, транспортирующих жидкость, газ или пар.

Для удобства демонтажа трубного соединения на одной из труб нарезают более длинную резьбу из расчета, что после свинчивания контргайки и муфты должен остаться запас резьбы, рисунок 4. Трубные соединения выполняются без упрощений и вычерчиваются все элементы, входящие в состав соединения — буртики и ребра. Гайки вычерчиваются в соответствии с точным отображением формы и размеров. На рисунке 5 приведены

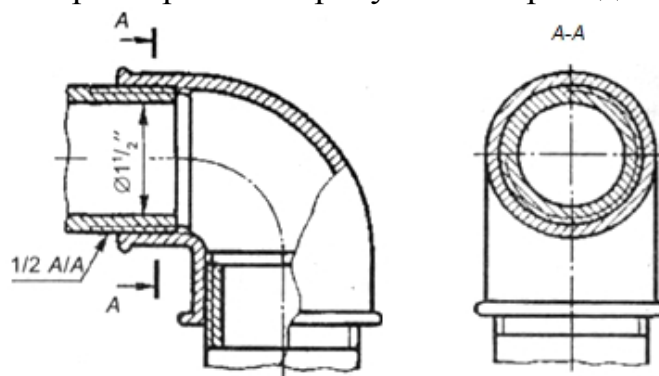


Рисунок 6 - Соединение угольником

Лекция 10

Эскизы и рабочие чертежи деталей.

Эскиз является конструкторским документом для разового использования деталей или выполнения по нему чертежей. Эскизы и чертежи по содержанию не имеют различий, а отличаются лишь по технике исполнения. Эскизы рисуются на глаз с соблюдением пропорциональности размеров, а чертежи чертятся с помощью чертежных инструментов и с соблюдением масштаба.

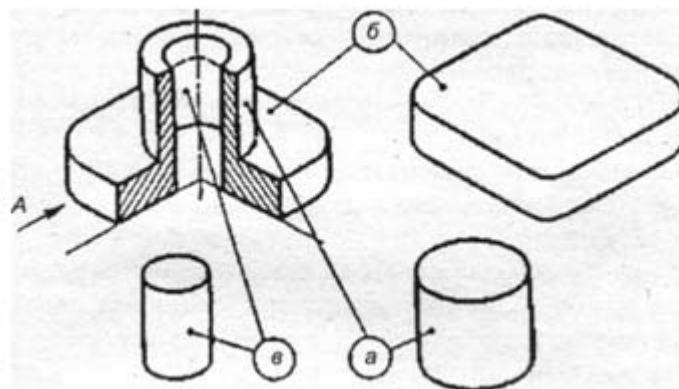


Рисунок 1 - Деталь, разделенная на геометрические тела

Последовательность выполнения эскизов деталей. Эскизы деталей с натуры следует выполнять по этапам в определенной последовательности:

I этап — анализ формы детали в целом и мысленное расчленение ее на составляющие элементы. Деталь, изображенную на рисунке 1, можно расчленить на следующие геометрические тела: *а* — цилиндр, *б* — параллелепипед и *в* — цилиндр.

II этап — выбор главного вида и минимально необходимого и достаточного числа проекций. Главный вид, выбираемый по стрелке *А*, рисунок 1, дает наиболее полное представление о геометрической форме детали. Для изготовления детали требуется токарная обработка цилиндров, поэтому на главном виде их геометрическая ось параллельна основной надписи чертежа. Кроме главного вида необходим вид слева, без которого размеры и форма поверхности *Б* (параллелепипед) не могут быть определены.

III этап — выбор формата листа для эскиза с учетом расположения в правом нижнем углу основной надписи, дополнительных граф в левом верхнем углу, возможных дополнительных изображений.

IV этап — ограничение поля чертежа внутренней рамкой, которая проводится на расстоянии 5 мм от внешней рамки с трех сторон, а с левой стороны на расстоянии 20 мм.

V этап — компоновка изображения путем построения габаритных прямоугольников, ограничивающих контуры изображений. Расстояние между ними должно быть достаточным для размещения размерных линий, надписей и обозначений.

VI этап — проведение в пределах габаритных прямоугольников осевых линий, размещение выбранных изображений с соблюдением проекционной связи элементов детали.

VII этап — выполнение необходимых сечений и разрезов. Для данной детали достаточно выполнить вертикально-продольный разрез, расположив его на месте главного вида и заштриховать сечения с учетом материала детали.

VIII этап — нанесение размерных и выносных линий и условных знаков.

IX этап — инструментальные замеры линейных угловых размеров и параметров резьбы. Нанесение необходимых чисел и знаков.

X этап — обводка контуров изображений линиями установленной толщины, заполнение основной надписи.

В тех случаях, когда кронциркуль с зафиксированным размером нельзя вынуть из детали, на кронциркуле наносится риска и после того, как его концы будут выведены из детали, по риску вновь устанавливается положение его ножек и производится замер линейкой с делениями, рисунок 2.

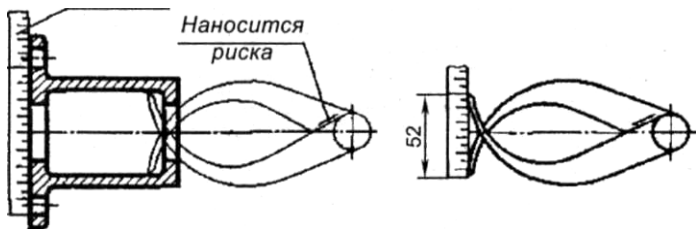


Рисунок 2 - Кронциркуль с зафиксированным размером

Общие рекомендации по выполнению рабочих чертежей

При выполнении рабочего чертежа языком графики и

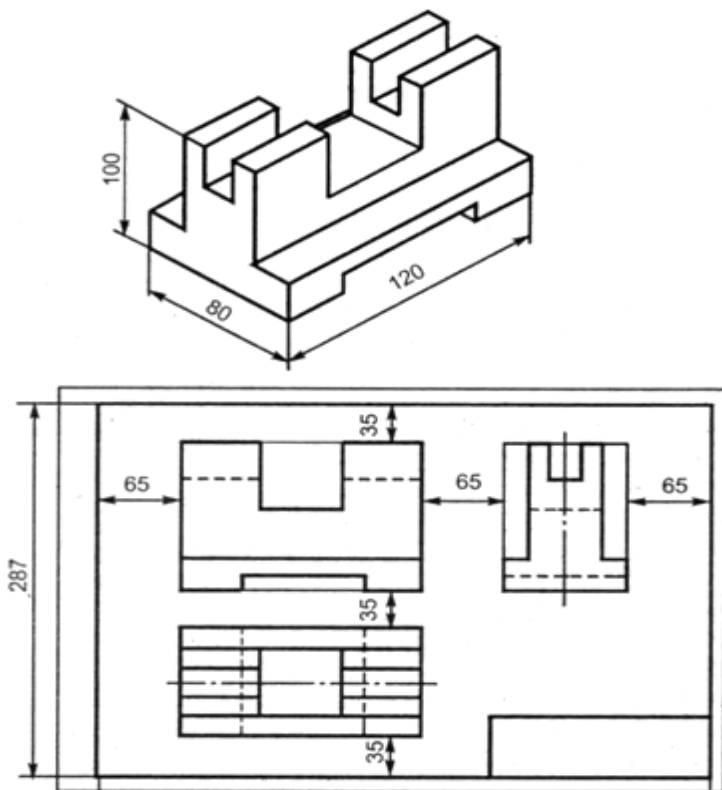


Рисунок 3 - Пример правильной компоновки чертежа

условными знаками описывают форму детали, подлежащей изготовлению, ее состояние, записывают материал детали и его состояние, а также при помощи условных обозначений указывают требования к точности и качеству обработки поверхностей детали.

В процессе обучения черчению рабочие чертежи, как правило, выполняют по предварительно составленным эскизам.

Рабочий чертеж детали по эскизу рекомендуется выполнять в четыре этапа.

I этап. В зависимости от размеров и сложности детали устанавливается масштаб чертежа, а затем выбирается требуемый формат чертежной бумаги. Если же формат задан, то выбирают

масштаб чертежа.

II этап. Выполняется в такой последовательности.

1) На листе чертежной бумаги установленного формата вычерчиваются рамка, основная надпись и дополнительная рамка для повернутого обозначения чертежа. При необходимости с правой стороны поля чертежа вычерчивается рамка таблицы основных параметров изображаемой детали. После этого размечаются места расположения изображений на поле чертежа.

Расположение изображений должно быть таким, чтобы обеспечивалось экономичное использование поля чертежа и удобство для его чтения. Выполнение этого требования достигается правильной компоновкой чертежа.

Под компоновкой чертежа подразумевается взаимное расположение на поле чертежа всех приведенных данных (графических и текстовых).

Рассмотрим пример правильной компоновки чертежа детали, приведенной на рисунке 3.

Анализ формы детали показывает, что ее чертеж должен состоять из трех видов: главного, сверху и слева. Габаритные размеры детали (мм): высота — 100, ширина — 120 и толщина — 80. Для большей наглядности принципа компоновки ограничим нашу деталь условным параллелепипедом с размерами, равными габаритным размерам детали. Тогда проекции детали можно заменить габаритными прямоугольниками.

Допустим, что деталь нужно вычертить в масштабе 1:1 на листе формата А3. Свободное поле чертежа заданного формата — 395 x 287 мм. На этом поле по ширине должны разместиться два вида: спереди (главный) и вид слева, общая ширина которых равна $120 + 80 = 200$ мм, а также три интервала — между левой рамкой и видом спереди, между видом спереди и видом слева, между видом слева и правой рамкой. Если из величины свободного поля (395 мм) вычесть сумму ширины изображений (200 мм) и полученную разность (195 мм) разделить на три, получаем ширину каждого из интервалов — $195 : 3 = 65$ мм. Полученные размеры позволяют скомпоновать чертеж по ширине.

Аналогичные расчеты проводятся и для компоновки по высоте. По высоте должны разместиться вид спереди и вид сверху, размеры которых по высоте в сумме равны $100 + 80 = 180$ мм. А поле чертежа по высоте равно 287 мм. Разность этих размеров (107 мм) делим на три (количество интервалов) и получаем 35,7 мм. Принимаем величину интервала равной 35 мм, а остальное прибавляем к среднему интервалу, в котором наиболее вероятен недостаток места для размещения размеров.

Если известно, что в каком-либо промежутке надо расположить большее количество размеров и надписей, его увеличивают за счет других промежутков.

2) В намеченных для изображений местах проводятся оси симметрии (если деталь симметрична), центровые и осевые линии.

- 3) Выполняются тонкими линиями построения изображений наружных поверхностей деталей.
- 4) Выполняются необходимые разрезы и сечения.
- 5) Обводятся контуры изображений, начиная с дуг окружностей, штрихуются разрезы и сечения и наносится условное изображение резьбы.

III этап. Очередность выполнения заключается в следующем:

- 1) проводятся выносные и размерные линии;
- 2) наносятся размерные числа и предельные отклонения размеров;
- 3) наносятся условные обозначения шероховатости поверхностей;
- 4) указываются предельные отклонения формы и расположения поверхностей;
- 5) обозначаются разрезы, сечения, местные виды и выносные элементы.

IV этап. Заключается в проверке правильности выполнения чертежа. Здесь же производится запись технических требований, заполнение основной надписи, дополнительных граф и таблиц.

Вычерчивание чертежа детали по эскизу.

Рекомендуется такая последовательность выполнения чертежа:

1. По эскизу детали выбрать формат чертежа. При этом следует учитывать, что масштаб изображения зависит от размеров и сложности формы детали. Поскольку на эскизе деталь изображена в глазомерном масштабе, но с соблюдением пропорциональности размеров ее элементов, то можно косвенно получить данные, которые позволяют выбрать оптимальный масштаб изображений.
2. Начертить на чертежном листе рамку формата и основную надпись.
3. Установить расположение габаритных прямоугольников для размещения изображений и проведения осей симметрии (если они имеются у детали).
4. Вычертить все проекции тонкими линиями с нанесением размеров и обозначением шероховатости поверхностей.
5. Заполнить все графы основной надписи.
6. После тщательной и повторной проверки, выполнить обводку чертежа, учитывая рекомендации ГОСТ 2.303-68.

Примеры выполнения и оформления чертежей некоторых деталей показаны на рисунках 4-7.

Соблюдение государственных стандартов обязательно для всех отраслей промышленности, проектирующих организаций, научных учреждений и т. д. Во всех учебных заведениях, где преподают черчение, учебные чертежи выполняют по изложенным в ГОСТах правилам.

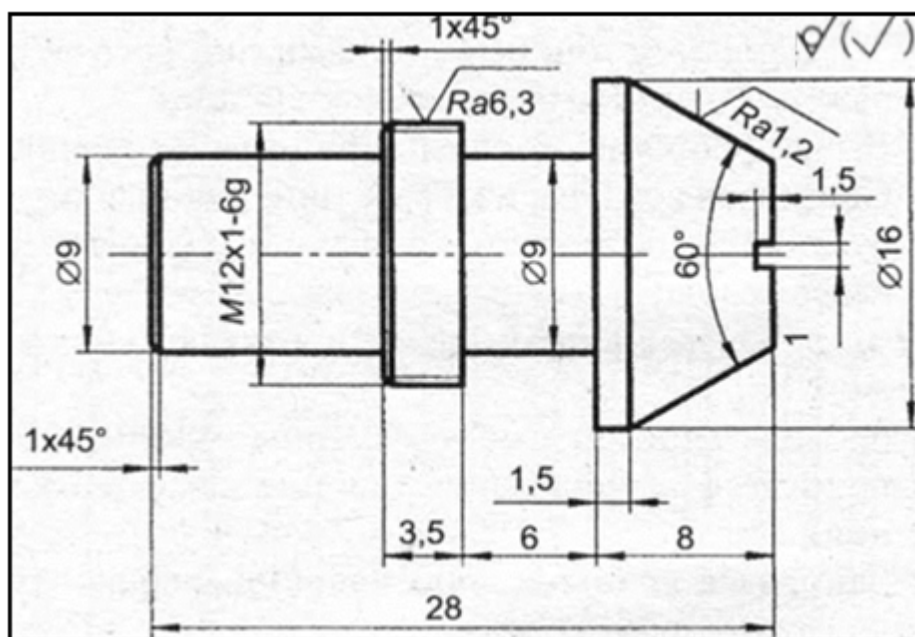


Рисунок 5 - Пример выполнения и оформления детали.

Предельные отклонения размеров:
валов - h14, отверстий - H14, остальных $\pm \frac{IT\ 14}{2}$

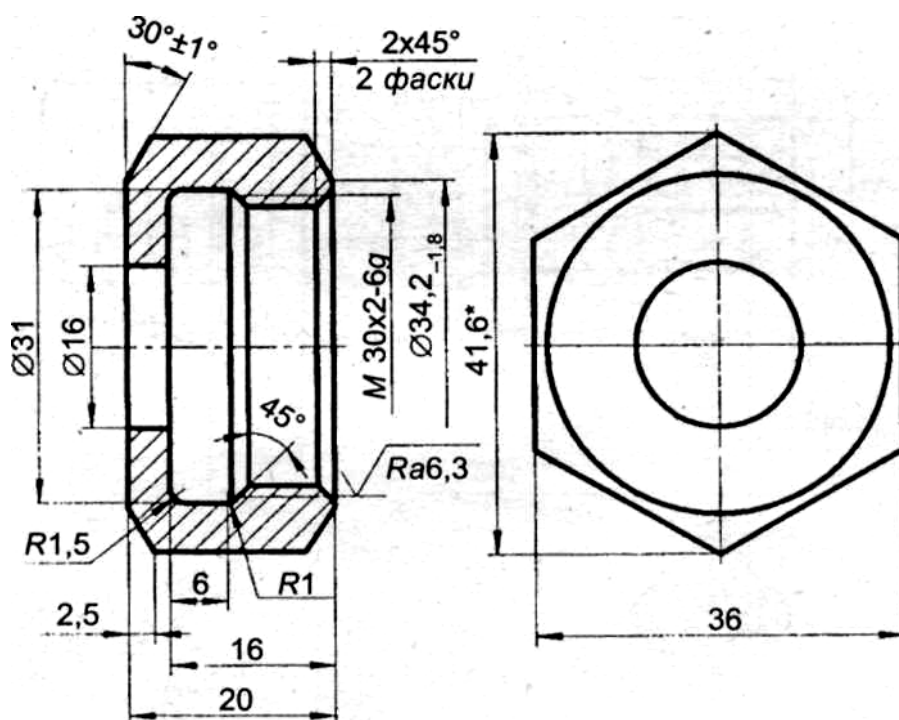


Рисунок 6 - Пример выполнения и оформления детали

1. Размеры для справок.

2. Предельные отклонения размеров:

валов - h14, отверстий H14, остальных $\pm \frac{IT\ 14}{2}$

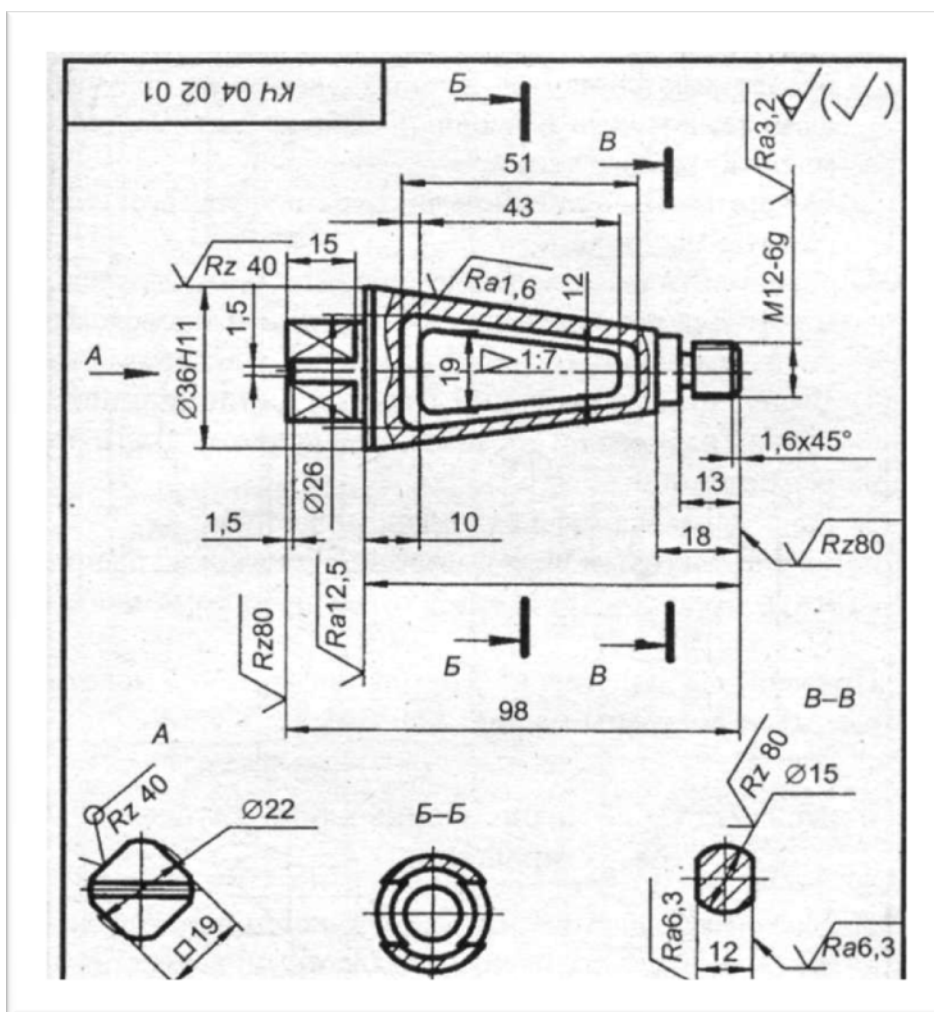


Рисунок 7 - Пример выполнения и оформления детали

1. Неуказанные литейные радиусы 3...5 мм
2. Предельные отклонения размеров:
валов - h14, отверстий H14, остальных

Лекция 11.

Обозначения допусков форм и расположения поверхностей.

При разработке технологических процессов одной из основных задач, которую приходится решать технологу, является обеспечение в соответствии с чертежом точности размеров, надлежащей формы и правильного взаимного положения отдельных поверхностей обрабатываемой детали. Сложность этой задачи заключается в том, что в процессе изготовления детали возникает целый ряд производственных погрешностей, предварительная оценка величины которых может быть произведена лишь приближенно.

Известно, что при выполнении на станках каких-либо производственных работ все части станка находятся под действием усилия резания, достигающих значительных величин и вызывающих ощутимые деформации частей станка.

В процессе обработки могут возникать значительные вибрации упругой системы станок — инструмент — деталь. Вибрации часто превращаются в один из главных источников производственных погрешностей. Кроме того, в процессе работы отдельные поверхности станка изнашиваются, создавая дополнительные погрешности.

Значительное влияние на конечную точность обработки оказывают также погрешности изготовления и износ режущего инструмента. Эти погрешности появляются при обработке деталей мерным или профильным инструментом (зенкером, разверткой, резьбонарезным инструментом, профильным резцом и др.). При использовании указанных инструментов погрешности их размеров или профиля полностью переносятся на обрабатываемую деталь. Существуют и другие причины погрешностей.

Таким образом, ясно, что в процессе изготовления деталей влияние различных производственно-технологических условий приводит к таким погрешностям, при которых реальная поверхность (ограничивающая полученную деталь) отличается от геометрической.

Все эти отклонения делятся на погрешности, связанные: а) с нарушением установленной по чертежу формы и б) нарушением взаимного расположения отдельных поверхностей.

Отклонения формы поверхностей, таблица 1. Комплексным понятием, характеризующим любые отклонения цилиндрической формы, как в поперечном, так и в продольном сечениях, является отклонение от цилиндричности.

Отклонение от цилиндричности (нецилиндричность) — наибольшее расстояние от точек реальной (полученной в процессе обработки) поверхности до прилегающего цилиндра (установленной по чертежу номинальной геометрической формы).

Отклонение от круглости — все отклонения формы в поперечном сечении, элементарными видами которого являются огранка и овальность, а в продольном сечении — конусообразность, бочкообразность, седлообразность и

изогнутость.

Отклонение от плоскостности (неплоскостность) — наибольшее расстояние от точек реальной (полученной в процессе обработки) поверхности до прилегающей плоскости (установленной по чертежу номинальной геометрической формы).

Отклонения от прямолинейности (непрямолинейность) — наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей прямой.

Таблица 1

Наименование отклонения	Примеры отклонения формы поверхности
Отклонение от плоскости	
Отклонение от прямолинейности	
Отклонение от цилиндричности	
Отклонение от круглости	

Отклонения взаимного расположения поверхностей, таблица 2 .

Отклонение от соосности (несоосность — несовпадение осей цилиндрических поверхностей одной детали. Несоосность может выражаться в следующем: к примеру по чертежу две поверхности ступенчатого валика должны быть соосны, а после изготовления детали оказалось, что оси их ступеней, будучи параллельными, расположены одна от другой на некотором расстоянии, называемом эксцентриситетом, либо под некоторым углом.

Торцовое биение — отклонение от перпендикулярности торцовой поверхности цилиндрической детали относительно ее оси.

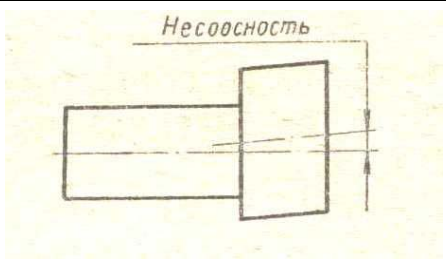
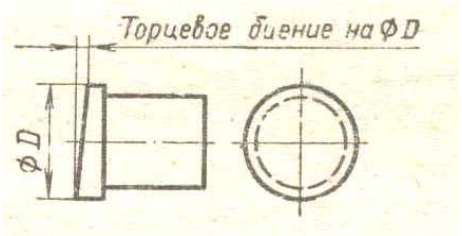
Отклонение от параллельности (непараллельность) — отклонение от параллельности двух плоскостей, двух осей поверхностей вращения, оси по отношению к плоскости.

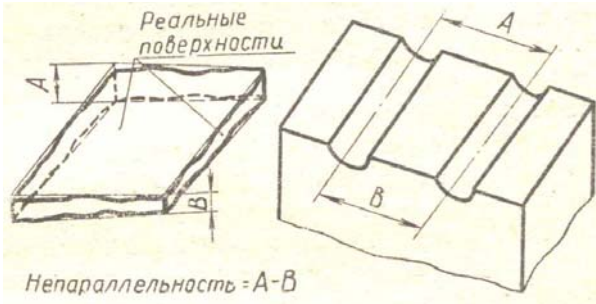
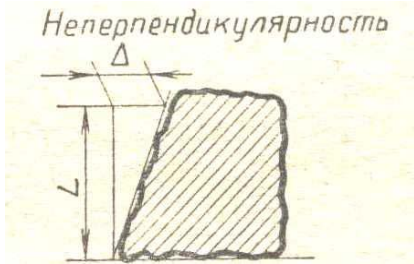
Отклонения от перпендикулярности (неперпендикулярность) — отклонение угла между двумя плоскостями, двумя осями поверхностей вращения от прямого угла.

Кроме перечисленных, имеются и некоторые другие погрешности обработки деталей, о которых рассказывается в специальной литературе. Эти погрешности искажают характер сопряжения деталей при сборке и ухудшают качество работы машины механизма в целом.

Все это заставляет ограничить величины возможных отклонений форм и расположения поверхностей допусками, предусмотренными ГОСТ 10356 — 63. На чертежах предельные отклонения формы и расположения поверхностей обозначают согласно ГОСТ 2.308 — 68.

Таблица 2

Наименование отклонения	Примеры отклонения расположения поверхностей
Отклонение от соосности	
Торцовое биение	

Отклонение от параллельности	
Отклонение от перпендикулярности	

Чтобы удобно было обозначать отклонения на чертежах, стандарт предусматривает Полные и краткие наименования отклонений и их символические обозначения. Отклонения можно указывать на чертеже условным обозначением ее вида или текстовой записью на свободном поле чертежа. Применение условных обозначений предпочтительнее. Текстовые записи рекомендуются в тех случаях, когда условные обозначения слишком затемняют чертеж или не определяют полностью технических требований к детали. В текстовой записи указывают краткое наименование заданного отклонения, буквенное обозначение или наименование элемента (например, поверхности), для которого задается предельное отклонение и его величина в мм. Если отклонение относится к расположению поверхностей, то отмечают еще и базы, относительно которых оно задано (базами могут быть линия, общая ось, или плоскость симметрии и т. д.).

Условные обозначения допусков формы и расположения поверхностей на чертежах устанавливает ГОСТ 2.308 — 79, термины и определения — ГОСТ 24642—81, числовые значения допусков — ГОСТ 24643-81. Для обозначения на чертеже вида допуска формы и расположения поверхностей используют знаки (графические символы), приведенные в таблицах 3-4.

Таблица 3

Условное обозначение отклонения формы поверхности

Отклонение формы поверхности	Наименование краткое	Наименование полное	Знак
	Неплоскостность	Отклонение от плоскостности	
	Непрямолинейность	Отклонение от прямолинейности	
	Нецилиндричность	Отклонение от цилиндричности	
	Некруглость	Отклонение от круглости	
	—	Отклонение профиля продольного сечения (относится к цилиндрической поверхности)	

Таблица 4

Условное обозначение отклонения расположения формы поверхности

Отклонение расположения поверхности	Наименование краткое	Наименование полное	Знак
	Непараллельность	Отклонение от параллельности	
	Неперпендикулярность	Отклонение от перпендикулярности	
	Несоосность	Отклонение от соосности	
	—	Торцовое биение	
	—	Радиальное биение	
	Непересечение осей	Отклонение от пересечения осей	
	Несимметричность	Отклонение от симметричности	
	—	Смещение осей от номинального расположения	

Чтобы допуски на отклонения формы и расположения поверхностей не смешивались с другими допусками, на чертеже их располагают в прямоугольной рамке, разделенной на две и более частей, в которых указывают:

- В первой – знак допуска;
- Во второй – числовое значение допуска в мм;
- В третьей и последующих – обозначение базы или поверхности, от которой задается требуемый допуск.

Рамку соединяют с элементом, к которому относится допуск, сплошной тонкой линией, заканчивающейся стрелкой. Стрелка указывает направление измерения отклонения. Если допуск относится к поверхности объекта или поверхности резьбы, рамку соединяют либо с контуром объекта, либо с выносной линией, которая является продолжением линии контура. Если допуск относится к оси или плоскости симметрии объекта – стрелка, соединяющая рамку с объектом, должна являться продолжением размерной линии. Базовые поверхности обозначают зачерненным равносторонним треугольником, от которого проводят тонкую линию к рамке, в которой указывают название поверхности (для обозначения поверхности рекомендуется использовать строчные буквы русского алфавита). Пример задания такого допуска приведен на рисунке 1.

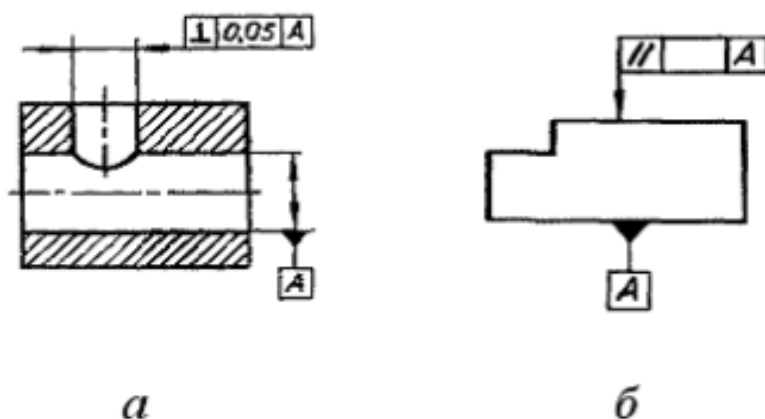


Рисунок 1 - Обозначение на чертеже базовых поверхностей и допусков на перпендикулярность осей отверстий (а) и параллельность поверхностей (б)

На рисунке 1а проставлен допуск на перпендикулярность между осями отверстий. Базой здесь является ось большого отверстия - она обозначена буквой А. На рисунке 1б проставлен допуск на параллельность верхней грани объекта его основанию, которое обозначено как базовая поверхность.

На рисунке 2 показаны примеры обозначения отклонения формы и расположения поверхностей.

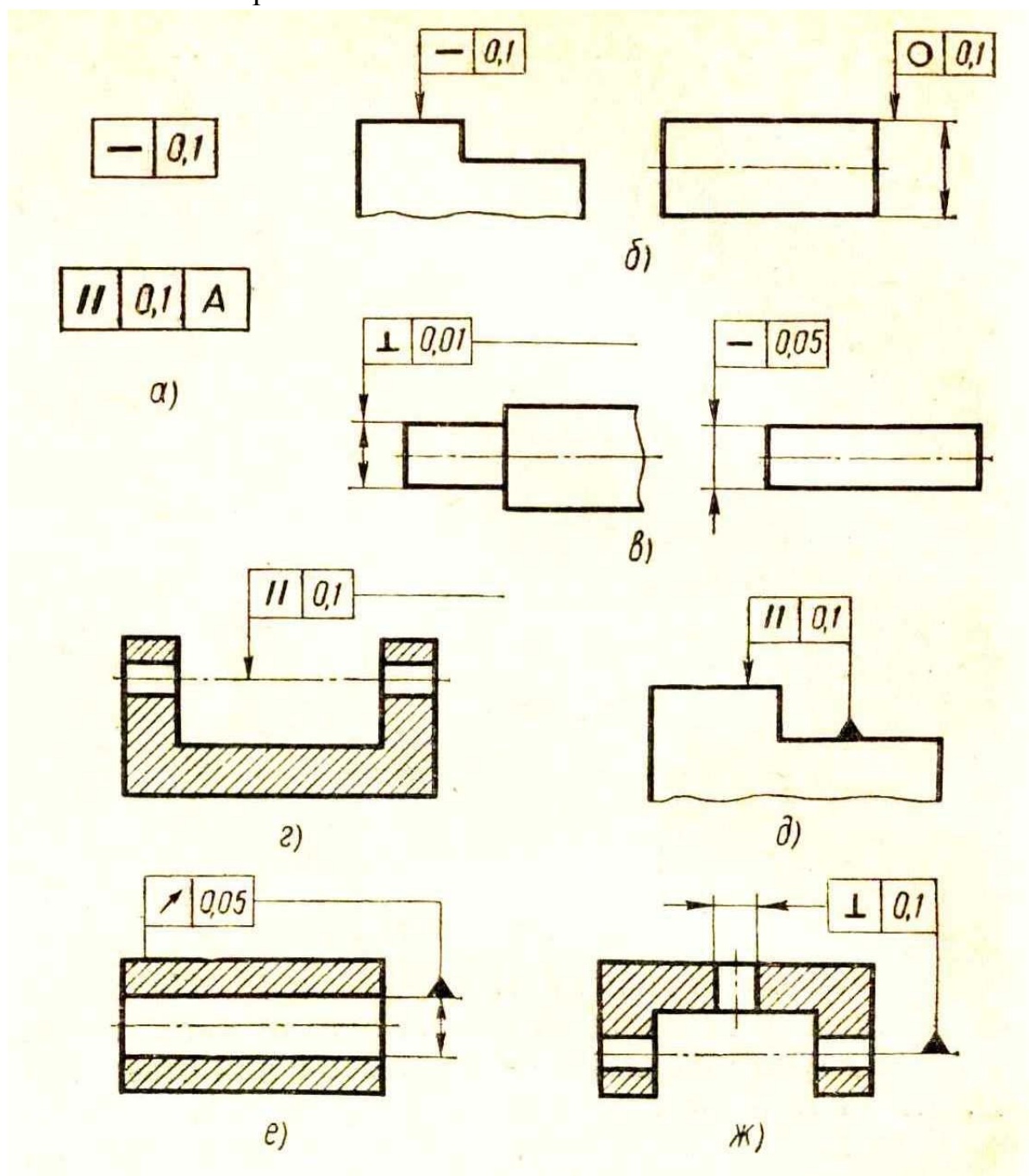


Рисунок 2 - Примеры обозначения отклонения формы и расположения поверхностей.

Для создания допуска формы или расположения поверхности в КОМПАС надо выполнить следующие шаги:

- Задать базовые поверхности. Для этого открыть панель «Обозначения» и выбрать кнопку «База». Нажав её, в панели свойств выбрать окно «Текст»

и ввести в него обозначение базы. Затем курсором мыши указать отрезок контура объекта, на который проставляется значок базы, и его положение относительно отрезка;

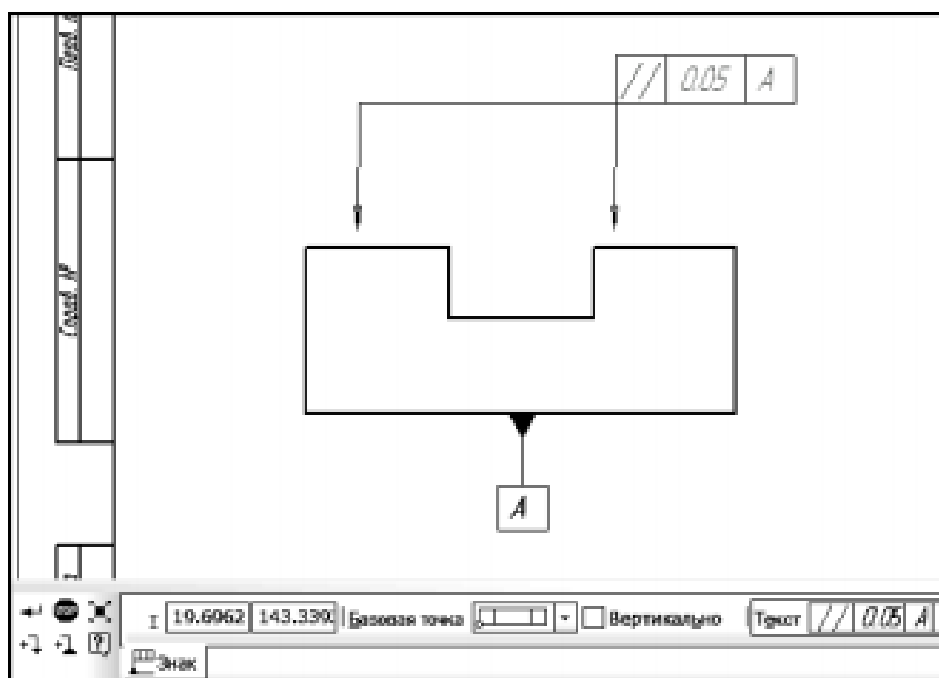


Рисунок 3 - Вид панели свойств при простановке в КОМПАС допусков формы и взаимного положения поверхностей

- Создать допуск формы. Для этого нажать кнопку «Допуск формы» и указать в поле чертежа положение рамки. В панели свойств в окне «Базовая точка» выбрать точку рамки, от которой будет проведена стрелка к объекту. Щелкнуть левой кнопкой мыши на окно «Текст» - откроется панель форматирования рамки. Вкладка «Таблица» позволяет добавлять и удалять ячейки рамки. Вкладка «Вставка» позволяет добавлять в ячейки рамки нужные условные обозначения допусков – для этого надо нажать кнопку «Спецзнак» и в открывшемся окне выбрать нужное обозначение. Нажав «ОК» и вернувшись в панель свойств надо нажать на кнопку «Ответвление со стрелкой» и указать курсором точку начала стрелки на рамке и точку на контуре объекта. Если этот допуск проставляется на несколько поверхностей, последнюю операцию нужно повторить требуемое число раз, рисунок 3.

На рисунке 4 показан пример чертежа детали с указанием предельных отклонений размеров, посадок, предельных отклонений формы и расположения поверхностей и шероховатости поверхностей.

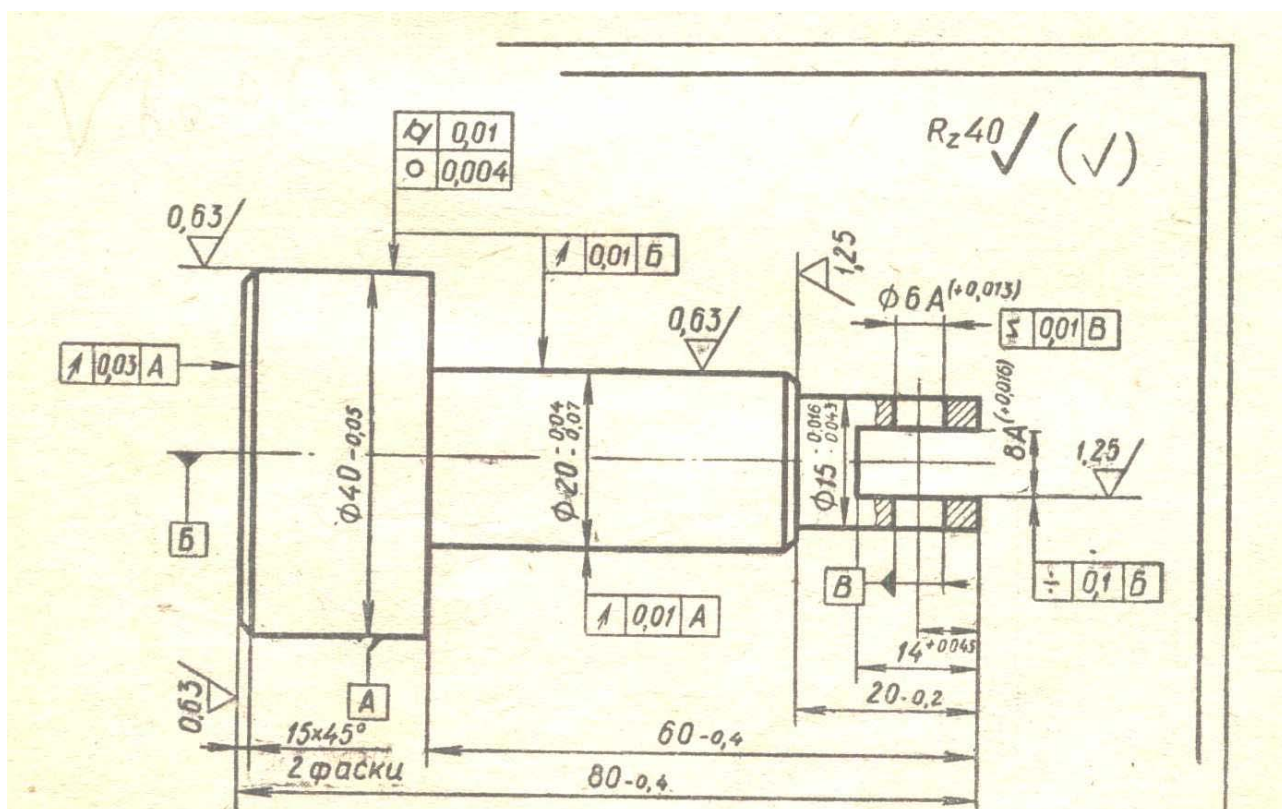


Рисунок 4 - Пример чертежа детали с указанием предельных отклонений размеров, посадок, предельных отклонений формы и расположения поверхностей и шероховатости поверхностей

Лекция 12

Обозначение шероховатости поверхности.

На любой обработанной поверхности при сильном увеличении хорошо заметны следы режущих кромок инструментов и зерен шлифовальных кругов в виде близко расположенных друг к другу неровностей и гребешков, рисунок 1. Совокупности всех неровностей, образующих рельеф детали, называется **шероховатостью**.

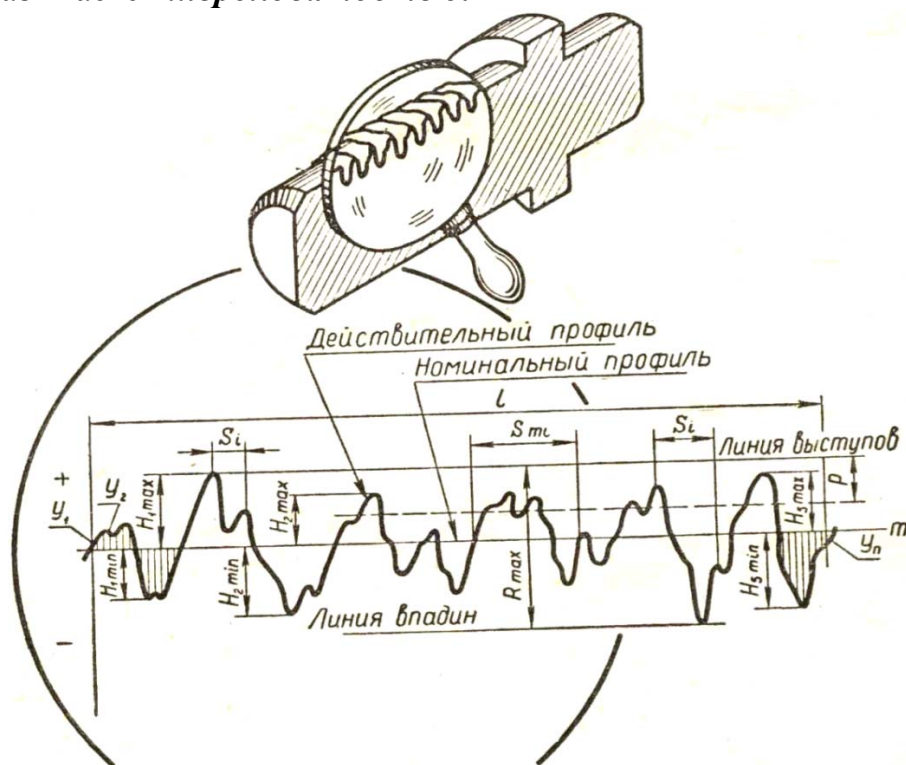


Рисунок 1 - Схема определения и установления параметров шероховатости поверхности

Шероховатость поверхности играет большую роль в работе сопряженных деталей. Она влияет на трение и износ трущихся поверхностей, нагрев деталей, долговечность работы изделия и т.д.

Две сопрягаемые детали должны плотно прилегать друг к другу по всей поверхности. Однако оставшиеся после обработки шероховатости мешают этому. Соприкосновение деталей происходит по вершинам выступов микронеровностей, образующих, так называемую, контактную поверхность. Контактная поверхность обычно всегда меньше реальной, т.е. общей поверхности детали. Даже после тонкой шлифовки соединяемых деталей контактная поверхность в 2-3 раза меньше номинальной. При

обычной же чистовой обработке резцом действительная площадь касания составляет меньше 20% реальной.

В зависимости от назначения и условий работы деталей машин допускают различную шероховатость их поверхностей. Даже на одной и той же детали шероховатости ее различных поверхностей могут очень сильно отличаться друг от друга.

Величина шероховатости, или микронеровностей, определяемая высотой гребешков и глубиной впадин, оказывает весьма существенное влияние на эксплуатационные характеристики деталей — трение, износоустойчивость, прочность, антикоррозионную стойкость и т. д. Чем больше высота неровностей, тем сильнее сцепление между гребешками, а потому при относительном перемещении поверхностей следует затратить некоторую силу, чтобы преодолеть это сцепление, т. е. трение, что ведет к уменьшению КПД машины.

Согласно ГОСТ 2789 — 73 требования к шероховатости поверхности должны быть обоснованными и устанавливаться, исходя из функционального назначения поверхности. Если требований к шероховатости поверхностей не установлено, то она не подлежит контролю.

Требования к шероховатости поверхности должны устанавливаться путем указания числового значения параметра (параметров) и значений базовой длины, на которой происходит определение параметра. Шероховатость поверхности оценивается количественно или качественно. Количественная оценка состоит в определении высоты шероховатости по одному из ниже указанных параметров при помощи приборов. Качественная оценка шероховатости заключается в сравнении ее с образцами.

ГОСТ 2789 — 73 предусматривает шесть параметров.

Высотные:

R_a — среднее арифметическое отклонение профиля;

R_z — высота неровностей профиля по десяти точкам;

R_{\max} — наибольшая высота профиля.

Шаговые:

S — средний шаг неровностей профиля по вершинам;

S_m — средний шаг неровностей профиля по средней линии;

t_p — относительная опорная длина профиля (см. рис. 1).

Все определения параметров приведены в справочном приложении к ГОСТ 2789 — 73.

Остановимся теперь подробнее на двух основных параметрах по ГОСТ 2789 — 73, обозначаемых символами R_a и R_z .

R_a — среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины l . Среднее арифметическое отклонение профиля приближенно можно определить как сумму расстояний y_1 , y_2 и т. д. (перпендикуляры из отдельных точек профиля к средней линии *Отгребешков*), деленную на их количество n :

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|.$$

R_z — сумма средних арифметических абсолютных отклонений точек пяти наибольших минимумов и пяти наибольших максимумов профиля в пределах базовой длины l . Высота неровностей профиля определяется по десяти точкам, где $H_{i\max}$ — отклонения пяти наибольших максимумов профиля; $H_{i\min}$ — отклонения пяти наибольших минимумов профиля:

$$R_z = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 |H_{i\max}| + \sum_{i=1}^5 |H_{i\min}| \right).$$

Базовой называется длина участка поверхности, характеризующая шероховатость поверхности и используемая для количественного определения ее параметров.

Предельные значения величин R_a и R_z , обозначаемые на чертежах числовой величиной шероховатости в микрометрах, установлены ГОСТ 2789 — 73. Этим же стандартом подразделение шероховатости на классы проведено по двум параметрам R_a и R_z , но каждый класс определен только по одному из этих параметров и базовой длине. Такое уточнение класса шероховатости сделано для однозначности контроля.

Обозначение требований к шероховатости поверхностей в соответствии с ГОСТ 2789 — 73 и правила нанесения их в технической документации определены ГОСТ 2.309 — 73.

При установлении требований к шероховатости поверхностей из эксплуатационных соображений следует учитывать возможность обеспечения их в процессе изготовления изделия.

При метрологическом контроле шероховатости поверхностей обычно решают две задачи: 1) определяют принадлежность контролируемой поверхности к назначенному классу шероховатости и 2) определяют годность поверхности детали в отношении требований к шероховатости поверхности, если класс шероховатости поверхности не грубее указанного в технической документации. Приборы, используемые для определения шероховатости по R_a и R_z , разделяются на две группы: контактные (профилографы и профилометры) и бесконтактные (оптические).

Работа профилографов основана на фото записи луча света, очерчивающего в увеличенном виде профиль неровности проверяемой поверхности при скольжении по ней алмазной иглы.

На рисунке 2 представлена схема наиболее широко применяющегося в

практике оптико-механического профилографа.

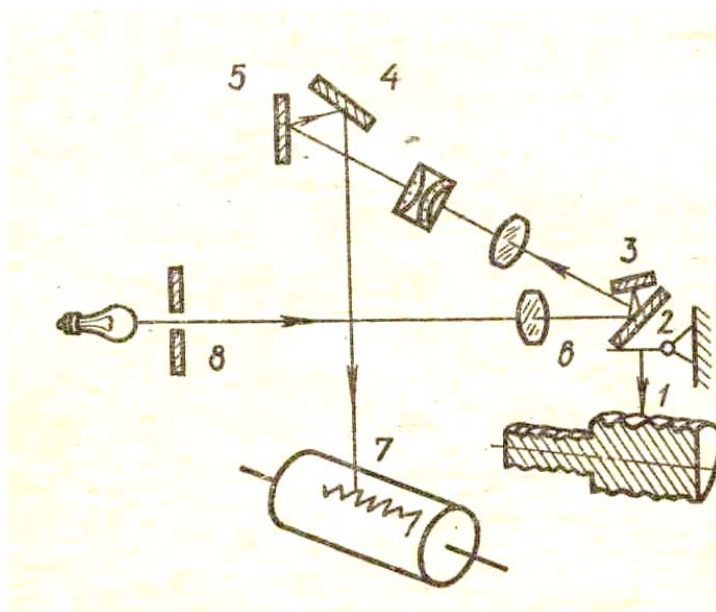


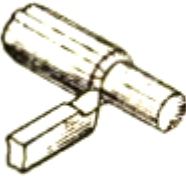
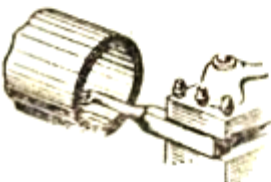
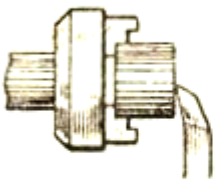


Рисунок 2 - Схема оптико-механического профилографа







Алмазная игла *I*, скользящая по проверяемой поверхности, связана с зеркалом 2, на которое падает от лампы луч света, проходящий через диафрагму 8 и линзу 6. Колебания алмазной иглы, скользящей по шероховатой поверхности, изменяют направление отраженного от зеркала луча света, и он через систему зеркал 3 ... 5 попадает на вращающийся барабан 7 со светочувствительной бумагой. После проявления на бумаге остается след отраженного зеркалами луча света, который прочертил в увеличенном масштабе (фотозапись луча) микропрофиль шероховатой поверхности — профилограмму. Профилограмма очень важна в оценке износостойкости поверхности детали.

Шероховатость поверхности образуется в направлении главного движения — движения резания вдоль обработочных рисок (продольная шероховатость) и в направлении поперечной подачи (поперечная шероховатость). Форма, размер и расположение неровностей зависят от способа обработки. Меняя способ обработки, можно изменять характер и расположение неровностей. Оценка класса шероховатости поверхности детали производится измерением ее в направлении наибольшего значения, т. е. поперечной шероховатости, которая обычно в 2 ... 3 раза превышает продольную шероховатость.

В таблице 5 и на рисунке 3 показана примерная связь между способом обработки и возможно достижимым классом и параметрами R_a и R_z , шероховатости поверхностей.

Таблица 5

Способ обработки		Классы шероховатости													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Точение 	обдирочное	▲	▲	▲	▲										
	чистовое					▲	▲	▲							
	тонкое								▲	▲					
Растачивание 	обдирочное		▲	▲	▲										
	чистовое					▲	▲	▲							
	тонкое								▲	▲					
Подрезка торца 	черновое			▲	▲										
	чистовая					▲									
	тонкая						▲								
Строгание 	черновое			▲	▲	▲									
	чистовое						▲	▲							
Развертывание 	черновое				▲	▲									
	чистовое						▲	▲							
	отделочное								▲	▲					
Слесарная обработка (опиловка)				▲	▲	▲	▲	▲							
Параметры (мкм)	R_a						2,5	1,25	0,63	0,32	0,160	0,080	0,040		
	R_z	320	160	80	40	20								0,100	0,050

Способ обработки		Классы шероховатости													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сверление 	чистовое														
	отделочное														
Фрезерование торцевое  цилиндрическое 	черновое														
	чистовое														
	черновое														
	чистовое														
Шлифование плоское  круглое 	чистовое														
	тонкое														
	чистовое														
	тонкое														
Протягивание 	чистовое														
	отделочное														
Полірование															
Хонингование															
Суперфиниширование															
Параметры (мкм)	R_a						2,5	1,25	0,63	0,32	0,160	0,080	0,040		
	R_z	320	160	80	40	20								0,100	0,050

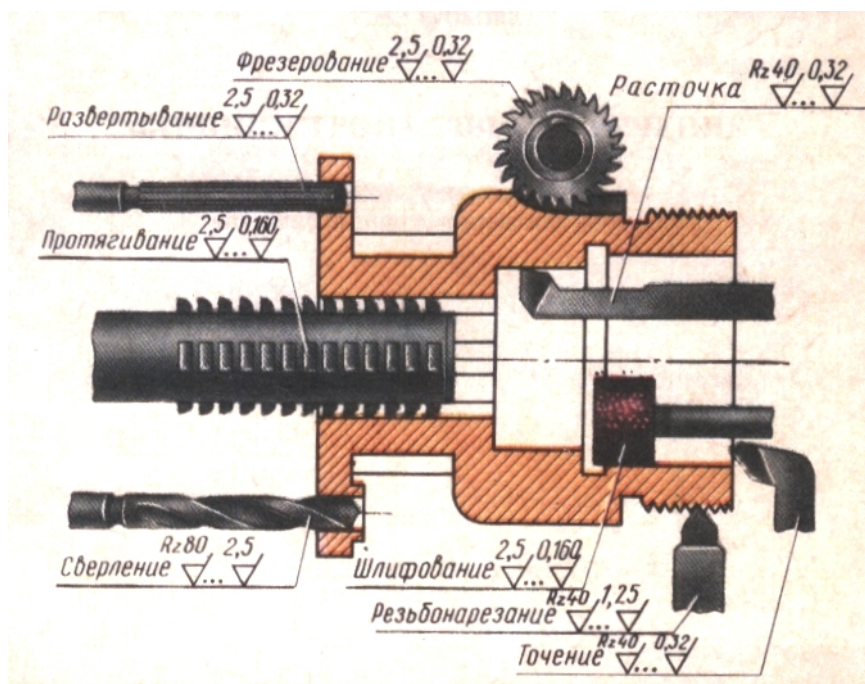


Рисунок 3 - Примерная связь между способом обработки и возможно достижимым классом и параметрами Ra и Rz, шероховатости поверхностей

Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на рисунке 4. Если требуется указать только параметр шероховатости, полка не отрисовывается. В 2003 году в ГОСТ 2.309 – 73 была внесена редакция №3, согласно которой параметр шероховатости указывается под полкой.

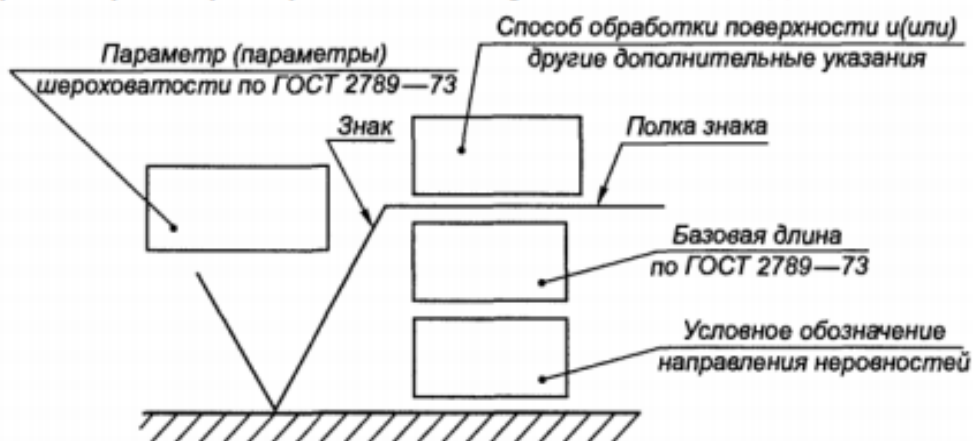


Рисунок 4 - Структура обозначения шероховатости

Если способ обработки поверхности не устанавливается, в обозначении применяют знак шероховатости, изображенный на рисунке 5а; если поверхность изделия образуется ее резанием (например, точением) – знак, изображенный на рисунке 5б; при формообразовании изделия без удаления материала (литье, штамповка) – знак, изображенный на рисунке 5в.

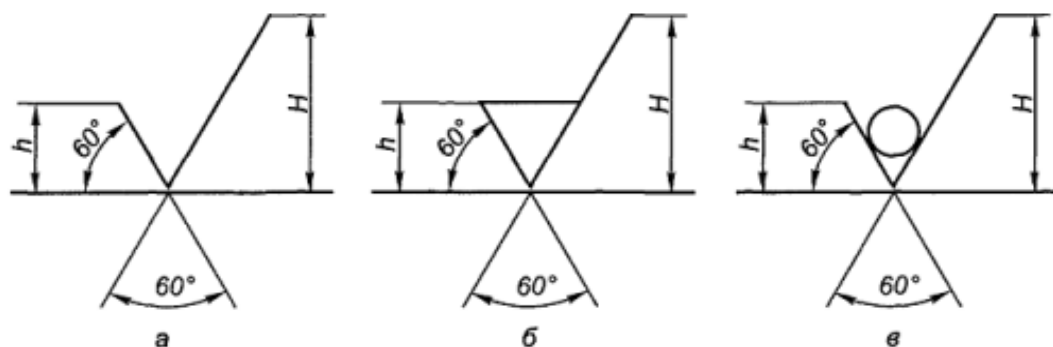


Рисунок 5 - Знаки шероховатости поверхности полученной: без указания способа получения поверхности (а), резанием (б), литьем (в).

Обозначение шероховатости поверхностей на изображении изделия располагают на линиях контура, выносных линиях или полках линий-выносок. При недостатке места можно располагать обозначения шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, а также разрывать выносную линию. Примеры нанесения шероховатости приведены на рисунке 6 (рисунок 6б – с учетом редакции №3).

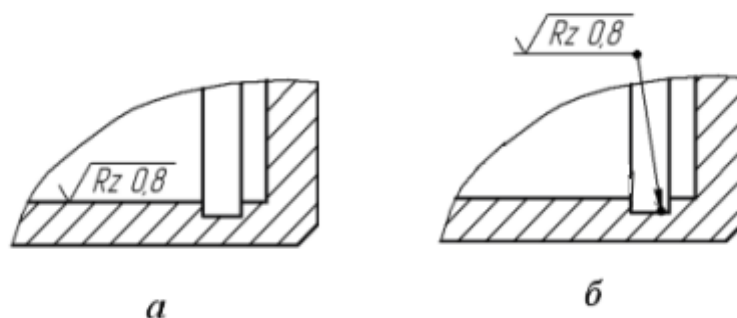


Рисунок 6 - Простановка знака шероховатости (согласно редакции №3): на линии контура (а) и полке линии-выноски (б)

При одинаковой шероховатости поверхности всего изделия знак шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа. Обозначение шероховатости, неодинаковой для части поверхности изделия, в скобках можно помещать в правом верхнем углу чертежа, приведено на рисунке 7а. Это будет говорить о том, что все поверхности, на изображении которых не нанесены соответствующие обозначения, должны иметь шероховатость, указанную перед условным обозначением в скобках. Обозначение шероховатости поверхностей повторяющихся элементов изделия – отверстий, зубьев и т.д. наносят один раз.

Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес, шлицев и т.п., если на чертеже не приведен их профиль, условно наносят на линии делительной окружности, рисунок 7б. Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы наносят по общим правилам его изображения

или условно на выносной линии для указания размера резьбы, либо на размерной линии, либо ее продолжении, рисунок 7в.

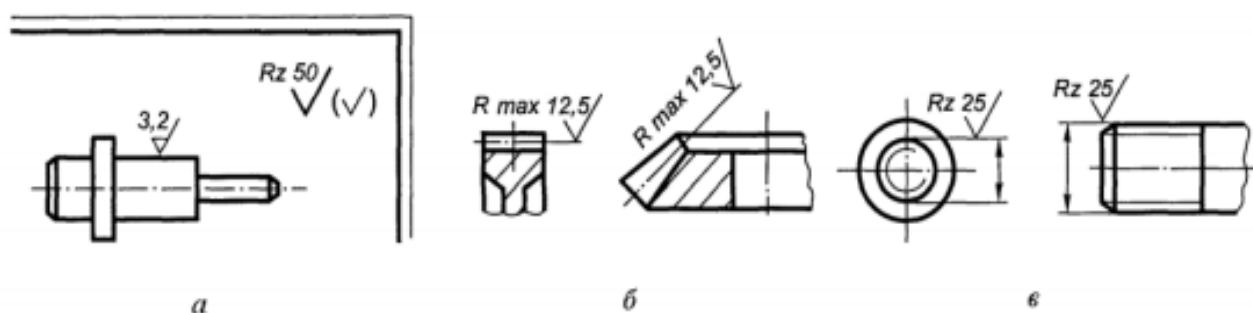


Рисунок 7 - Простановка знака шероховатости: для всего изделия (а), на зубчатое колесо (б), резьбу (в)

Если шероховатость одной и той же поверхности различна на отдельных участках, то эти участки разграничивают сплошной тонкой линией с нанесением соответствующих размеров и обозначений шероховатости, рисунок 8.

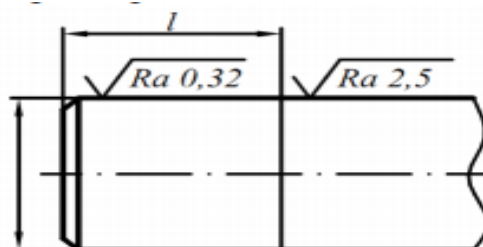
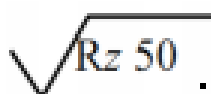
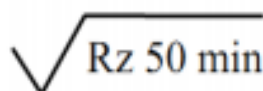


Рисунок 8 - Простановка шероховатости на разные участки одной поверхности

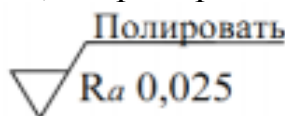
При указании наибольшего значения параметра шероховатости в обозначении приводят параметр шероховатости без предельных отклонений, например:



При указании наименьшего значения параметра шероховатости после обозначения параметра следует указывать «min», например:



Вид обработки поверхности указывают в обозначении шероховатости только в случаях, когда он является единственным, применимым для получения требуемого качества поверхности, например:



Обозначение шероховатости наносят в зависимости от угла наклона

данной поверхности относительно основной надписи чертежа, показано на рисунке 9, а.

Знаки, имеющие полки, наносят, как показано на рисунке 9,б.

Если шероховатость поверхностей, образующих контур, одинакова, то обозначение ее наносят один раз с надписью «По контуру», рисунок 9.

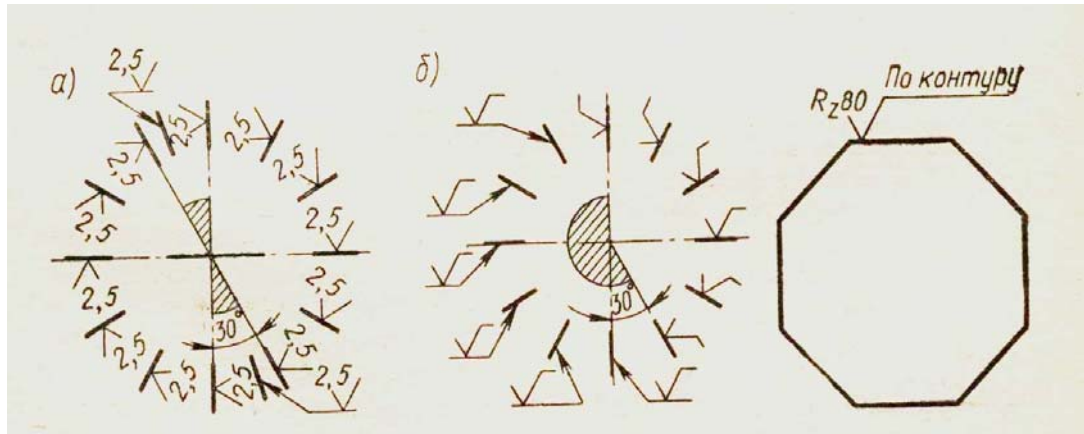


Рисунок 9 - Расположение знаков шероховатости поверхности

Простановка шероховатости поверхности детали показана на рисунке 10.

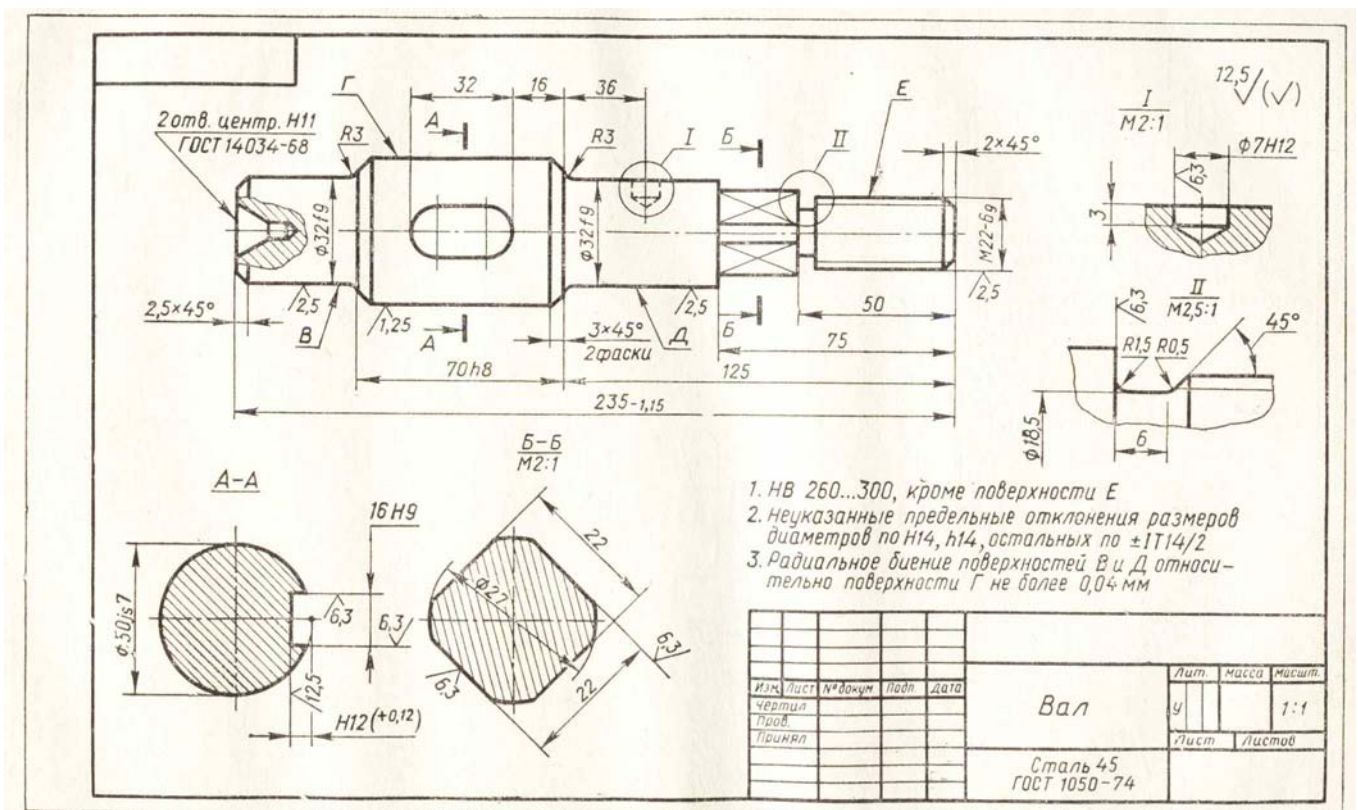


Рисунок 10 - Чертеж вала с простановкой шероховатости поверхности

Для простановки шероховатости поверхности в КОМПАС надо выполнить следующие действия:

- Перейти на панель инструментов «Обозначения»;
- Выбрать на ней кнопку «Шероховатость»;
- В появившейся панели свойств выбрать тип значка шероховатости и указать курсором линию на объекте, к которой этот значок будет

Относиться, рисунок 11;

- Перейти в окно «Текст» и заполнить требуемые поля (параметр, способ обработки и т.д.);
- Если невозможно поместить знак шероховатости на нужной линии, можно

создать полку-выноску, перейдя для этого на вкладку «Параметры».

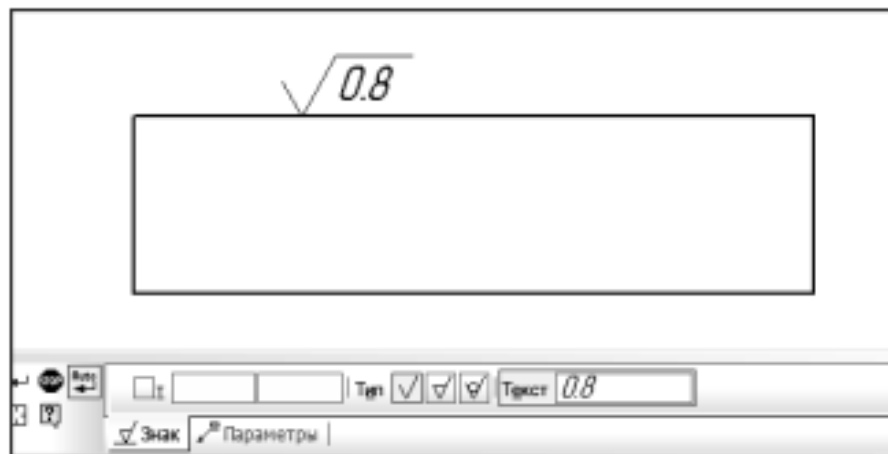


Рисунок 11 - Вид панели свойств при простановке шероховатости в КОМПАС

При простановке значка неуказанной шероховатости в правом верхнем углу чертежа надо выбрать меню «Вставка» и выбрать в ней опцию «Неуказанная шероховатость». В появившемся окне, рисунок 12, надо выбрать тип значка и ввести требуемый параметр шероховатости.

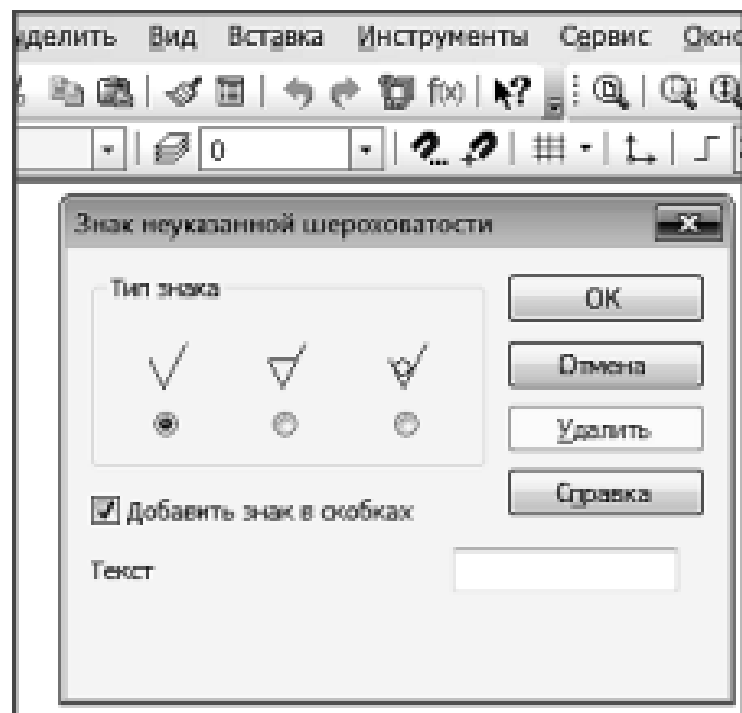


Рисунок 12 - Простановка значка неуказанной шероховатости

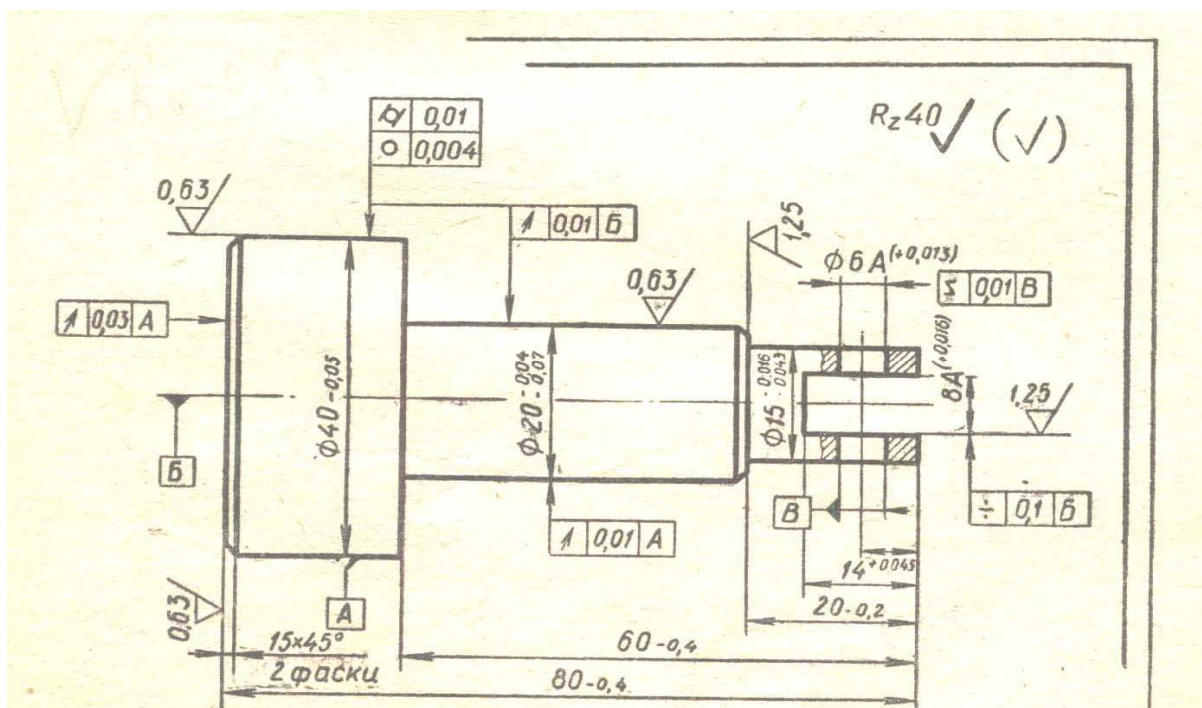


Рисунок 13 - Пример чертежа детали с указанием предельных отклонений размеров, посадок, предельных отклонений формы и расположения поверхностей и шероховатости поверхностей

На рисунке 13 дан пример чертежа детали, на которой указаны предельные

отклонения размеров, посадки, предельные отклонения формы и расположения поверхностей и шероховатость поверхностей.

Числовые значения параметров шероховатости R_a и R_z в таблице классов ГОСТ 2789 — 73 заданы в виде диапазонов. Классы 1 ... 5, 13 и 14 определены через параметр R_a классы 6 ... 12 — через параметр R_z . Такое разделение произведено с учетом возможностей измерения этих параметров существующими измерительными средствами. Так профилометры служат для непосредственного измерения параметра R_a в пределах 6 ... 12 классов, а профилографы и оптические приборы одновременного преобразования профиля (микроинтерферометры, приборы светового сечения, растровые микроскопы) позволяют измерить параметр R_z с наименьшей трудоемкостью.

Это обеспечивает однозначность понятия «класс шероховатости» и контроля шероховатости в соответствии с требованиями технической документации.

ПРАВИЛА НАНЕСЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ НАДПИСЕЙ, ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ И ТАБЛИЦ.

Кроме изображения с размерами и допусками чертеж может содержать:

- Текстовую часть, состоящую из технических требований или технических характеристик;
- Надписи с обозначением изображения, а также относящиеся к отдельным элементам изделия;
- Таблицы с размерами и другими параметрами, техническими требованиями и т.д.

Поэтому необходимо придерживаться нижеуказанных требований ГОСТ 2.316 – 68.

Содержание текста и надписей должно быть кратким и точным. В надписях на чертежах не должно быть сокращенных слов, за исключением общепринятых. Текст на поле чертежа и в таблицах должен быть расположен параллельно основной надписи. Около изображений на полках линий-выносок наносят только краткие надписи – например, число отверстий и т.д. Линию-выноску, пересекающую контур изображения заканчивают точкой, рисунок 14а. Линию-выноску, отводимую от линий видимого и невидимого контуров, а также от линий обозначающих поверхности, заканчивают стрелкой, рисунок 14б. На конце линии-выноски, отводимой от всех других линий, не должно быть ни точки, ни стрелки.

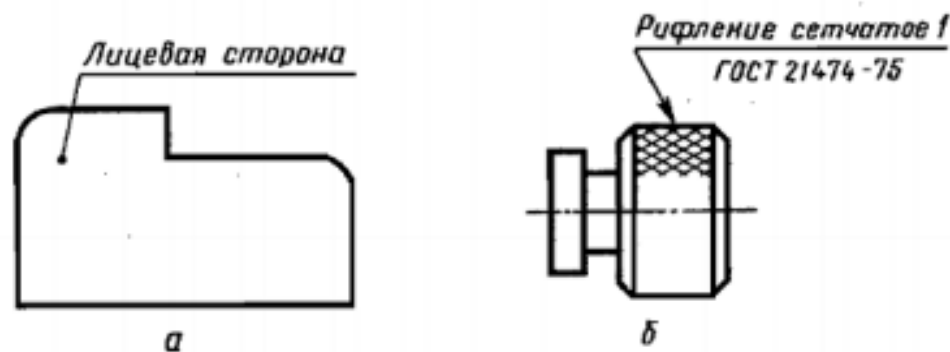


Рисунок 14 - Примеры нанесения линий-выносок

Линии-выноски не должны пересекаться между собой, быть непараллельными линиям штриховки, и по возможности не пересекать размерные линии и элементы изображения, к которым не относится помещенная на полке надпись. Допускается проводить от одной полки несколько линий-выносок. Надпись на полке не должна содержать более двух строк.

Текстовую часть размещают над основной надписью. Недопустимо размещать между ними таблицы и изображения. Таблицы параметров размещают в поле чертежа по соответствующим стандартам. Все другие таблицы размещают в свободном поле справа от изображения или под ним в соответствии с ГОСТ 2.105 – 95.

Технические требования на чертеже излагают, группируя вместе близкие по смыслу требования в следующем порядке:

- Требования, предъявляемые к материалу, заготовке, условиям обработки,
- свойствам материала и т.п.;
- Размеры и предельные отклонения;
- Требования к качеству поверхностей, покрытиям;
- Зазоры, взаимное расположение элементов конструкции;
- Требования к настройке и регулировке изделий;
- Условия и способы испытания;
- Указания о маркировании и клеймении;
- Правила транспортирования хранения;

Заголовок «Технические требования» не пишут. Нумерация позиций должна быть сквозной, каждый пункт записывается с красной строки. При выполнении чертежа на двух и более листах текстовую часть размещают только на первом листе. Для обозначения на чертежах видов, сечений и т.д. применяют прописные буквы латинского алфавита, которые присваивают в алфавитном порядке. Масштаб изображения на чертеже, отличающийся от указанного в основной надписи, указывают непосредственно после надписи относящейся к изображению: А – А (1 : 1) или Б (2 : 1).

В КОМПАС для введения текста и создания таблиц на панели инструментов «Обозначения» предусмотрены кнопки «Ввод текста» и «Ввод таблицы». Пользуясь панелью свойств, можно кроме цифр и букв вводить специальные символы, спецзнаки, индексы и т.д.

Рекомендуемая литература

1. Единая система конструкторской документации: Общие правила выполнения чертежей. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 240 с.
2. Единая система конструкторской документации: Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1982.
3. Единая система конструкторской документации: Правила выполнения чертежей различных изделий. – М.: Изд-во стандартов, 2004.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора - машиностроителя в 3-х томах, издание 9 перераб. и дополн. под редакцией И.Н Жестковой, М.: «Издательство Машиностроение-1», 2006
5. Левицкий, В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учеб. для втузов / В.С. Левицкий – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2004.
6. ГОСТ 2.311-68 Изображение резьбы. Введен 01.61.71. – М.: Изд-во стандартов, 1988.
7. Хмарова Л.И., Путина Ж.В. Теоретические и практические основы выполнения проекционного чертежа /Л.И. Хмарова, Ж.В. Путина. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 131
8. Чекмарев А.А. , Осипов В.К.Справочник по машиностроительному черчению / А.А. Чекмарев В.К. Осипов. – М.: Высшая школа, 2007.
9. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Инженерная графика: Справочные материалы. – М.: ВЛАДОС, 2003 – 216 с.
10. Степакова В.В., Анисимова Л.Н., Курцаева Л.В., Шершевская А.И.; под ред. В.В. Степаковой. Черчение: Учеб. для учащихся общеобразоват. учреждений / В.В. Степакова, Л.Н.Анисимова, Л.В.Курцаева, А.И.Шершевская . – М.: Просвещение, 2001. 206 с.

Учебное издание

Составитель Волжанова Ольга Алексеевна

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Курс лекций

Авторская редакция

Компьютерная верстка Хузиной Ольги